

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**ÍNDICES DE ASIMETRÍA Y TORQUE DE MÚSCULOS
MANDIBULARES Y CERVICALES EN SUJETOS CON Y SIN
INTERFERENCIA OCLUSAL MOLAR MEDIOTRUSIVA**

MÁSTER OFICIAL EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

TUTORA: DRA. MARÍA CONCEPCIÓN MARTÍN ALVARO

ALUMNO: ALER DANIEL FUENTES DEL CAMPO

Madrid, 2013

A Dios.

Por levantarme cuando estaba vencido.

Por darme fuerza y esperanza para seguir.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a todas aquellas personas que permitieron la realización del presente Trabajo de Fin de Máster.

A mi tutora Dra. María Concepción Martín Álvaro, por su valioso apoyo y confianza desde el primer momento, además de su constante guía y calurosa recepción.

A todo el equipo del laboratorio de Fisiología Oral de la Universidad de Chile, dirigido por el Prof. Rodolfo Miralles Lozano, por su gran ayuda y motivación. Asimismo, a todos los alumnos que participaron voluntariamente en este trabajo.

A mi familia, en especial a mis queridos padres Marta y David, por su gran amor y fundamental compañía y soporte en los momentos difíciles.

A mis nuevas familias en España Álvarez Chandía y Turri Chandía, que me recibieron con los brazos abiertos y con su inmenso cariño me adoptaron como uno más de los suyos.

Muchísimas gracias a todos.

“El saber es conocimiento. Entender el conocimiento es sabiduría”

Anónimo

CONTENIDO

1. JUSTIFICACIÓN.....	6
2. INTRODUCCIÓN.....	8
2.1 Función masticatoria.....	9
2.2 Rechinamiento dentario y bruxismo	12
2.3 Electromiografía de superficie	15
2.4 Actividad electromiográfica y masticación	16
2.5 Actividad electromiográfica e interferencia oclusal.....	18
2.6 Actividad electromiográfica y rechinamiento dentario	22
2.7 Índices de asimetría y torque.....	23
3. HIPÓTESIS.....	27
4. OBJETIVOS	28
4.1 Objetivo general	28
4.2 Objetivos específicos	28
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
5.1 Diseño del estudio	29
5.2 Selección de la muestra.....	29
5.3 Exploración clínica.....	29
5.4 Criterios de inclusión y exclusión.....	30
5.5 Reclutamiento y periodo de recolección de la muestra	31
5.6 Calibración de los examinadores	32
5.7 Registros electromiográficos	33
5.8 Cálculo de los índices de asimetría y torque	38
5.9 Análisis estadístico	39
6. RESULTADOS	41
6.1 Reproducibilidad de los datos	41
6.2 Variabilidad y distribución de los datos	41
6.3 Comparación de los índices de asimetría y de torque entre el grupo control y el grupo experimental	41
6.4 Comparación de los índices de asimetría y torque agrupados por signo en dos categorías	42
6.5 Comparación de los índices de asimetría y torque agrupados por valor y signo en cuatro categorías	45
6.6 Comparación de los índices de asimetría y torque entre la masticación de galleta y de manzana y entre el rechinamiento excéntrico y concéntrico	47
6.7 Comparación de los índices de asimetría y torque entre la masticación de galleta y de manzana y entre el rechinamiento excéntrico y concéntrico agrupados por signo en dos categorías	49
7. DISCUSIÓN	50
7.1 Técnica de muestreo	50

7.2 Factores técnicos de electromiografía de superficie	50
7.3 Agrupación de datos según sexo y consideración en rechinar.....	51
7.4 Elección de musculatura estudiada y limitaciones bibliográficas	52
7.5 Elección de alimentos utilizados	53
7.6 Comparación intergrupo de los índices netos.....	53
7.7 Comparación intergrupo de los índices según su signo y valor	57
7.8 Comparación intragrupo de los índices según su signo y valor	58
7.9 Comparación intragrupo en masticación y rechinar	62
8. CONCLUSIONES	65
9. BIBLIOGRAFÍA	66
10. ANEXOS	77
10.1 Carta de aprobación del comité de ética.....	77
10.2 Cálculo de tamaño muestral	79
10.3 Diagrama de flujo	80
10.4 Documento de consentimiento informado.....	81
10.5 Ficha de recogida de datos	85

1. JUSTIFICACIÓN

El rechinamiento dentario es una actividad parafuncional frecuente, la cual se encuentra desencadenada e influenciada por mecanismos nerviosos tanto de origen central como periférico. Se ha descrito una asociación positiva entre esta actividad y el bruxismo y trastornos craneofaciales, lo que brinda una importante relevancia clínica que debe ser profundizada. Al ser una actividad repetitiva, ésta podría desencadenar trastornos de la musculatura mandibular y cervical, alterando su equilibrio funcional, con un posible desarrollo de actividades musculares asimétricas, de desplazamiento mandibular y de cambios en la postura de la cabeza. Si a esto le agregamos el hecho que algunos de nuestros pacientes presentan alteraciones oclusales, como contactos mediotrusivos, sería importante conocer si esta característica produce un cambio en los patrones antes descritos y compararlos con una actividad funcional como la masticación.

Otro punto importante a resaltar es que en la literatura existente se ha evaluado la influencia de un contacto mediotrusivo artificial durante posiciones estáticas de la mandíbula, como por ejemplo en máximo apretamiento dentario en máxima intercuspidadación (MIC), encontrándose solo un trabajo realizado con deslizamiento y otro trabajo con contacto mediotrusivo natural. Esto confirma la necesidad de realizar un estudio durante rechinamiento dentario, donde se observe la influencia que tiene un contacto mediotrusivo natural, sin modificar el ambiente de la cavidad oral con una interferencia experimental.

Si bien es cierto que se ha registrado la actividad electromiográfica (EMG) de los músculos temporal anterior, posterior y masetero, utilizando distintos test de masticación; la gran mayoría de los registros han sido unilaterales. Este aspecto es más dramático en el músculo esternocleidomastoideo, en el cual el registro se ha hecho solamente durante masticación de chicle (no alimento natural) y en forma unilateral.

No existen estudios que hayan calculado el índice de asimetría y torque, evaluando una actividad funcional como la masticación y una actividad parafuncional como es el rechinamiento dentario. Otro aspecto desconocido es si el contacto mediotrusivo puede modificar éstos índices durante la actividad funcional y además modificar los índices durante la actividad parafuncional.

En clínica muchos pacientes que bruxan presentan sintomatología dolorosa en la musculatura que integra la unidad cráneo-cervico-mandibular (UCCM). Sin embargo es un problema el desconocer cuál es el factor precipitante y/o perpetuante específico de dicha dolencia, ya que es sabido que el bruxismo presenta una etiología multifactorial de origen central, pero la influencia de cada factor periférico en cada sujeto es variable. Es por esto de vital importancia, conocer cuál es el índice de simetría y torque muscular durante el rechinar en sujetos con oclusión normal y compararlos con sujetos con una interferencia oclusal natural mediotrusiva. Si estos índices durante rechinar fueran distintos entre el grupo de control y estudio, se evidenciaría la diferencia entre rechinar con o sin interferencia mediotrusiva, lo cual sería un nuevo elemento que podría explicar la presencia y génesis de zonas gatillo en la musculatura y por lo tanto la sintomatología de la musculatura cuando la intensidad, duración y frecuencia del hábito parafuncional sobrepasa los mecanismos de adaptación fisiológicos (Gutiérrez y cols., 2010) los cuales pueden ser de origen central (cognitivo, afectivo), locales del tejido (atrofia, remodelado óseo) o funcionales (compensaciones, posiciones antiálgicas).

El realizar este estudio permitirá aportar conocimiento sobre los índices de asimetría y torque EMG durante test funcionales y durante test parafuncionales. Asimismo, si los índices son diferentes con y sin interferencia oclusal mediotrusiva, esto cambiará el paradigma en cuanto a la localización de la sintomatología muscular y por ende de los músculos involucrados.

Este nuevo conocimiento puede ser muy útil al clínico no sólo desde un punto de vista diagnóstico, sino también para explicar la sintomatología de la neuromusculatura de los pacientes que presentan hábitos parafuncionales de rechinar dentario. Además, el conocimiento del efecto de una interferencia oclusal natural mediotrusiva, es muy importante para el criterio clínico terapéutico cuando se debe decidir la conveniencia de mantener o eliminar dicha interferencia.

2. INTRODUCCIÓN

El sistema masticatorio es una unidad funcional compuesta por los dientes, sus estructuras de soporte (el maxilar, la mandíbula, las articulaciones temporomandibulares), los músculos involucrados directa o indirectamente en la masticación (incluyendo los músculos de los labios y lengua) y los sistemas vascular y nervioso que abastecen estos tejidos. Perturbaciones funcionales o estructurales en alguno de estos componentes pueden repercutir en una alteración funcional o estructural en uno o más de los otros componentes (Ash y Ramfjord, 1995).

Las regiones craneomandibular, craneocervical y cervicomandibular han sido ampliamente sujetas a estudio debido a su íntima relación anatómica como biomecánica. Ésta interrelación de los diversos componentes nos permite referirnos a la UCCM como la unidad morfofuncional constituida por cabeza, cuello y mandíbula, con el propósito de establecer la interacción dinámica y la estrecha relación que existe entre la posición mandibular y de la cabeza (Clark y Evans, 2001).

Para mantener la posición y estabilidad de la cabeza y mandíbula durante las funciones masticatorias, es necesaria la existencia de un acoplamiento neuroanatómico entre el sistema motor mandibular y motor cervical (Camparis y Siqueira, 2006), que permite la activación simultánea de músculos elevadores mandibulares y cervicales (Ormeño y cols., 1999; Clark y cols., 1993). Esta integración se observa claramente durante la apertura bucal, donde al movimiento mandibular le precede un movimiento de extensión de la cabeza; lo que indica un ajuste anticipatorio de la posición de la cabeza en preparación al movimiento mandibular (Eriksson y cols., 2000). Por esto surge el concepto de “movimientos funcionales mandibulares” que son el resultado de la activación coordinada de la mandíbula y los músculos cervicales, que conducen a movimientos simultáneos de las articulaciones temporomandibulares, atlantooccipital y de la columna cervical. Las acciones de la mandíbula y los músculos cervicales son identificadas y sincronizadas por comandos neuronales en común tanto para el sistema motor mandibular como cervical. La integración funcional entre la mandíbula y el cuello es crucial para mantener una orientación óptima durante las funciones mandibulares normales (Zafar, 2000).

2.1 Función masticatoria

La masticación es la primera etapa de la digestión e involucra una serie de procesos motores (Yamada y cols., 2005). Su objetivo principal es la formación del bolo alimenticio; el cual es obtenido por la mezcla de las partículas alimenticias con la saliva y los fluidos provenientes del interior de los alimentos (Hoebler y cols., 1998).

Después del ingreso del alimento a la boca, éste es transportado hacia las superficies oclusales de los dientes posteriores (Etapa de transporte I). Entonces el alimento es procesado por una serie de ciclos masticatorios necesarios para triturar y ablandar los alimentos (Etapa de procesamiento del alimento). Cuando el alimento está listo para ser deglutido es impulsado posteriormente hacia la orofaringe (Etapa de transporte II) (Pereira y cols., 2006).

La masticación es una actividad motora repetitiva regulada por redes neuronales ubicadas en el tronco del sistema nervioso central. Estas redes neuronales se denominan “*generador central de patrones de la masticación*” (GCP) y se encuentra subdividido en generadores rítmicos y componentes generadores de descargas (Lund, 1991; Nakamura y cols., 2004). Este GCP compromete grupos de neuronas que pueden producir movimientos masticatorios incluso cuando se encuentran aisladas de otras estructuras cerebrales o estímulos sensoriales periféricos, lo cual demuestra que ni las aferencias de los husos neuromusculares o las aferencias periodontales son esenciales para la actividad rítmica básica de los patrones de la masticación (Morimoto y cols., 1989). El GCP puede activarse por la acción de los centros superiores o por estímulos intraorales (Lund, 1976).

La región de la corteza cerebral que induce los movimientos rítmicos de la mandíbula se denomina “*área masticatoria cortical*”. Las aferencias que descienden desde el área masticatoria cortical son consideradas la principal fuente de generación y activación del GCP (Nakamura y Katakura, 1995). La actividad de las neuronas de la corteza masticatoria es mayor durante la ingestión que durante la masticación, lo cual sugiere que la corteza masticatoria presenta su principal rol en establecer los parámetros de la primera mordida (Lund y Koltá, 2006). También puede contribuir a la modulación continua del patrón evocado por el GCP, dependiendo de la resistencia del alimento encontrada en las mordidas previas (Türker, 2002). Durante la estimulación cortical, el

GCP produce ciclos estereotipados de apertura y cierre mandibular, mientras que durante masticación natural, las trayectorias de movimiento de los consecutivos ciclos masticatorios varían considerablemente (Lund, 1991).

Existe adaptación de la información de salida del GCP dependiendo de la dureza de los alimentos, existiendo evidencia sobre la presencia de dos grupos específicos de aferencias sensitivas (los husos neuromusculares y los mecanorreceptores periodontales), que proveen la retroalimentación relacionada con la dureza y que modifican la información de salida del GCP. Estas aferencias excitan muchas neuronas a través del tronco cerebral lateral, el cual descarga fásicamente durante la masticación, lo que sugiere que esta información es aumentada por la retroalimentación relacionada con la dureza del alimento (Lund y Kolta, 2006).

Se conoce ampliamente la existencia de un lado preferente para la realizar la función masticatoria, en la cual se desarrolla de manera consistente y predominante, pudiendo ser una expresión de comportamiento motivacional y/o sensomotor influenciado por factores periféricos (Pond y cols., 1986). Se ha demostrado con imagen por resonancia magnética funcional (IRMf) la relación existente entre el lado habitual de masticación y la dominancia hemisférica en la corteza sensomotora primaria, existiendo un aumento contralateral de las señales dependientes del nivel de oxigenación sanguínea durante los movimientos linguales (Shinagawa y cols., 2003) y apretamiento en MIC (Jiang y cols., 2010).

No sólo se ha estudiado con IRMf la actividad cerebral durante la masticación, sino también se ha utilizado para cuantificar la actividad global bilateral simultánea de los músculos masetero, pterigoideo medial y pterigoideo lateral durante la masticación unilateral de chicle (Yamaguchi y cols., 2011); observándose tras cinco minutos de masticación que la mayor actividad fue encontrada en el músculo masetero ipsilateral, seguido por el pterigoideo medial ipsilateral, pterigoideo lateral contralateral y masetero contralateral.

Es sabido que es necesaria la contracción coordinada de los diversos músculos de la cabeza y el cuello para mover la mandíbula con precisión y permitir un funcionamiento eficaz (Okeson, 2008). La masticación requiere de la actividad muscular para realizar los movimientos mandibulares y para ejercer fuerza para cortar o

moler los alimentos. Los músculos involucrados en el cierre mandibular incluyen el masetero, temporal y pterigoideo medial; mientras que los de apertura son el digástrico, milohioideo y pterigoideo lateral. El músculo pterigoideo lateral no es un depresor mandibular genuino ya que su contracción no produce apertura mandibular; estando activo durante el cierre de la mandíbula, movimientos protrusivos y de apertura, además de estabilizar el cóndilo o moverlo hacia adelante o lateralmente (van der Bilt, 2011). Esta diversidad funcional se debe a que el músculo pterigoideo lateral es considerado como un sistema de fibras, en que sus fascículos superior e inferior actúan como un solo músculo, con variaciones en cantidad y grado de actividad dentro de un rango determinado, distribuidas de acuerdo a las demandas biomecánicas del movimiento (Bhutada y cols., 2007). Los músculos suprahioideos también son depresores mandibulares. Mientras que los infrahioideos estabilizan el hueso hioides, la contracción de los suprahioideos produce la apertura mandibular.

Por otra parte, los dientes juegan un papel fundamental en el sistema masticatorio. Ellos forman el área oclusal donde las partículas de los alimentos son fragmentadas. Esta fragmentación depende del área oclusal y del número de dientes posteriores en oclusión (Hatch y cols., 2001).

Es conocido que diversos parámetros fisiológicos durante la masticación, como por ejemplo, el número, duración y la característica cinética del ciclo masticatorio y la actividad EMG de los músculos involucrados, son características de cada individuo y varían ampliamente entre un individuo y otro. En cada individuo las modificaciones reflejan una adaptación de la masticación a la dureza, tamaño del bolo y características reológicas de los alimentos. En los sujetos que han perdido sus dientes y utilizan prótesis totales se ha observado un incremento en la actividad EMG, lo cual demuestra que los portadores de prótesis gastan más energía en la formación del bolo alimenticio, el cual presenta un mayor tamaño en sus partículas. Estos autores (Woda y cols., 2006) señalaron que el deterioro observado en la masticación en desdentados totales se aproxima a la discapacidad encontrada en personas con deficiencias neuromotoras.

2.2 *Rechinamiento dentario y bruxismo*

La acción de rechinar los dientes, se encuentra asociada indiscutiblemente con el término bruxismo. Ya en el año 1965, se introdujo el concepto de bruxismo en el encabezado de términos médicos de la biblioteca nacional de medicina de los Estados Unidos (MeSH) como un desorden caracterizado por el rechinamiento y apretamiento de los dientes. Síntomas y signos típicos son la abrasión o atrición de los tejidos duros de los dientes, fracturas dentarias y protésicas, dolor en los músculos y articulaciones afectadas y dientes hipersensibles al morder (Greene y cols., 1998).

Ricketts (1969) considera que el desgaste dentario es la condición más dañina relacionada con el bruxismo. Por esta razón, el desgaste dentario ha sido descrito en relación al bruxismo por muchos años. Especialmente, la atrición se ha mencionado en este contexto. En el glosario de términos protésicos (2005), la atrición es definida como el desgaste mecánico resultante de la masticación o parafunción, la cual se encuentra limitada a las superficies de contacto de los dientes. Durante el rechinamiento dentario, esto es exactamente lo que ocurre: dientes opuestos que han sido frotados fuertemente unos contra otros.

Existe una gran variabilidad en la prevalencia reportada del bruxismo. Estas diferencias pueden ser atribuidas al tipo de bruxismo estudiado (inespecífico, durante el sueño, durante la vigilia); la metodología de diagnóstico aplicada (cuestionarios, historia oral, examen clínico); la presencia o ausencia de co-morbilidades (ansiedad, trastornos temporomandibulares/dolor orofacial, parálisis cerebral); y las características de la población estudiada (niños, adultos, población general, población de pacientes). La única revisión sistemática disponible sobre la epidemiología del bruxismo obtenida de población adulta, revela la prevalencia de un 18,6% para el bruxismo, un 15,9% para el bruxismo durante el sueño y un 23,8% para el bruxismo durante la vigilia. Basado en lo anterior es claro que ambos, bruxismo en sueño y durante la vigilia, son condiciones comunes (Lobbezoo y cols., 2012).

En la literatura actual, se describen las siguientes teorías sobre los factores causantes del bruxismo (Behr y cols., 2012):

Causas periféricas: Predominantemente la profesión dental ha visto alteraciones morfológicas locales, como la presencia de maloclusión, como causa del apretamiento o rechinar de los dientes. Este modelo etiológico está basado en la teoría que la maloclusión provoca una reducción del tono muscular. En ausencia de un equilibrio oclusal, la actividad de las motoneuronas de los músculos masticatorios es desencadenada por los mecanorreceptores periodontales. (Dawson, 2007). Los defensores esta teoría de la oclusión a menudo se refieren al estudio de Ramfjord (1961), el cual propuso que el bruxismo es causado por discrepancias entre la posición retruida y la de contacto habitual, así como por los contactos de balanceo. Según Ramfjord, correcciones oclusales siempre dan como resultado la desaparición del bruxismo. Sus críticos aseveran que la investigación de Ramfjord no incluye aleatorización, ciego ni grupos control (Lobbezoo y Naeije, 2001). Además estudios clínicos controlados no han podido demostrar que los síntomas del bruxismo pueden ser disminuidos significativamente, ya sea por la eliminación de las interferencias oclusales o por métodos de equilibrado oclusal (Macedo y cols., 2007).

Sin embargo, sería prematuro no tener en cuenta la influencia de la oclusión en el desarrollo del bruxismo. La oclusión determina la localización de la transmisión biomecánica de las fuerzas. Los patrones funcionales intramusculares de los músculos masticatorios son regulados a través de los mecanorreceptores periodontales. Estos patrones funcionales son modificados por las distintas tareas motoras, así como por el desplazamiento de la mandíbula en relación al maxilar (Türp and Schindler, 2003). Los receptores del ligamento periodontal proporcionan la información de la ubicación de la mandíbula en relación al maxilar, siendo además necesaria la información proveniente de los propioceptores. Los receptores pueden interpretar los contactos prematuros o unilaterales como la señal que la mandíbula necesita para retraerse a una posición de reposo, la cual es brindada por la actividad muscular. Asumiendo que la posición final no es posible debido a la maloclusión, el patrón de movimiento en la corteza motora se encuentra constantemente activado en un intento de alcanzar dicha posición de reposo (Rocccabado e Iglarsh, 1991).

Causas centrales: En la segunda teoría, alteraciones en la zona de los núcleos de la base, por ejemplo, disfunciones relacionadas con el sueño, están asumidas como las causas del bruxismo.

Los núcleos de la base (núcleo caudado, putamen y globo pálido) son componentes de circuitos funcionales dispuestos en paralelo, que incluyen el tálamo y la corteza (Alexander y Crutcher, 1990). El flujo de información de estos compartimentos, controla la organización de la preparación motora y la ejecución de los movimientos musculares. Áreas corticales específicas envían proyecciones excitatorias al estriado, que representa la entrada de los núcleos de la base. Los núcleos de salida liberan GABA (Joel y Weiner, 1994). Esto modula dos vías opuestas pero paralelas, donde una por vía directa tiende a desinhibir el estado talámico del circuito y la otra en forma indirecta promueve una proyección excitatoria desde los núcleos subtalámicos. Ambas vías son activadas selectivamente y en asociación con la iniciación cortical de los movimientos, permitiendo controlar los movimientos voluntarios.

Alteraciones en la neuroquímica de los núcleos de la base pueden relacionarse con bruxismo. Tan y cols. (2004) describen un caso inusual de bruxismo severo asociado con un infarto talámico reciente e infarto crónico del núcleo caudado. Esto puede resultar en una alteración de las vías directa e indirecta, perturbándose la relación de los cuerpos estriados y el globo pálido, lo cual produce una alteración en el flujo de información del tálamo a la corteza, pudiendo jugar un rol en la patogénesis del bruxismo.

Algunas revisiones han sugerido que los factores periféricos, están perdiendo importancia, mientras que factores cognitivo-conductuales, como el estrés, la ansiedad y tipo de personalidad están ganando atención (Lobbezoo y Naeije, 2001; Kato y cols., 2003). Por ejemplo se ha demostrado que ciertos rasgos de personalidad se encuentran asociados con altos niveles de ansiedad y estrés (Molin, 1999), los cuales podrían representar un factor de riesgo para el bruxismo, probablemente debido a su influencia en la calidad del sueño (Watanabe y cols., 2003). En este mismo sentido, en un reciente estudio (Ahlberg y cols., 2013) se ha descrito una relación entre la autovaloración del bruxismo y los estados psicológicos como son la ansiedad y el estrés, en sujetos en edad laboral.

En un estudio realizado por Manfredini y cols. (2004), se comparó la prevalencia de factores psíquicos, como los estados de ánimo y síntomas de ansiedad, entre sujetos con bruxismo y sin bruxismo. Se observaron diferencias significativas entre bruxistas y controles por la presencia de síntomas depresivos y maníacos, además de sensibilidad al

estrés y a expectativas ansiosas. Lo cual confirma que ciertos rasgos psíquicos se encuentran presentes en sujetos con bruxismo.

Fernandes y cols. (2012) relataron que el bruxismo nocturno parece ser un factor de riesgo para los trastornos temporomandibulares dolorosos, y esto a su vez es un factor de riesgo para la ocurrencia de altos niveles de depresión y algunos síntomas físicos inespecíficos. Sin embargo no pudieron establecer una relación de causa-efecto.

2.3 Electromiografía de superficie

La actividad EMG de los músculos masticatorios y cervicales ha sido extensamente estudiada en trabajos clínicos y de investigación, la cual permite la investigación de varios músculos implicados en la masticación, la deglución y en la postura de la cabeza (masetero, temporal anterior y posterior, digástrico anterior, esternocleidomastoideo) (Ferrario y cols., 1991). También analiza la integridad de todo el sistema motor, que incluye las neuronas motoras superiores e inferiores, la unión neuromuscular y el músculo (Miller, 1991; Shefner y cols., 1991; Kimura, 1989; Lemman y Ritchie, 1979). Es una prueba de registro de la señal eléctrica que se origina en la fibra muscular del músculo estriado y se transmite a través de los tejidos (Kimura, 1989) y puede determinar si el sistema nervioso está reclutando activamente un músculo durante la función (Ferrario y cols., 1991).

La electromiografía de superficie brinda información no invasiva de las propiedades musculares, a través de electrodos localizados sobre la piel. La EMG de superficie es la suma de las contribuciones eléctricas de las unidades motoras activas y por lo tanto nos informa tanto de las propiedades de la membrana muscular como de las estrategias del control central (Basmajian, 1967). La simplicidad de aplicación de las técnicas de la electromiografía de superficie determina su uso generalizado en los campos clínicos y de investigación en odontología (Castroflorio y cols., 2008).

En estudios centrados en la coordinación muscular, los registros de electromiografía de superficie (no invasivos) son preferidos generalmente a los registros intramusculares (electrodos de aguja) por las siguientes razones: los electrodos de aguja pueden lacerar el tejido muscular y causar dolor durante el movimiento, limitando el

número de músculos que pueden ser registrados simultáneamente; la técnica de aguja es invasiva y por lo tanto requiere personal médico; y con los electrodos de aguja, el volumen muscular desde el cual las señales pueden ser registradas es relativamente pequeño (unos pocos milímetros cúbicos) y entonces, puede no ser representativa del total de la masa muscular involucrada en el ejercicio (Frigo y Shiavi, 2004).

Debido a esta facilidad de uso, la electromiografía de superficie ha venido siendo comúnmente utilizada en odontología para investigar características funcionales asociadas con el dolor de los músculos de la masticación, así como la alteración del crecimiento y desarrollo del sistema masticatorio (Andrade Ada y cols., 2009).

El nivel de actividad EMG sugiere que el músculo desarrolla más fuerza pero no siempre la fuerza o tensión muscular se relaciona directamente con el nivel de actividad EMG. La correlación más próxima entre tensión muscular y actividad EMG se produce en las contracciones isométricas, cuando el músculo no cambia de longitud, por ejemplo durante el apretamiento de los dientes o la rotación de la cabeza contra resistencia (Ferrario y cols., 2006).

El patrón de contracción de músculos pares también puede ser investigado usando electromiografía de superficie. Este examen ofrece resultados objetivos y representa un importante método auxiliar de diagnóstico, lo que permite la investigación del patrón de contracción de los músculos principales de la masticación (Botelho y cols., 2011) y cervicales (Ferrario y cols., 2006).

2.4 Actividad electromiográfica y masticación

Respecto a la influencia del género en la actividad muscular, Moreno y cols. (2008) estudiaron la actividad EMG bilateral del músculo masetero, temporal anterior, posterior y digástrico durante masticación, no encontrando diferencias entre hombres y mujeres.

Un aspecto relevante a conocer es la influencia de la consistencia de los alimentos en la actividad EMG de los músculos masticatorios. Se ha registrado la actividad EMG del músculo temporal anterior durante la masticación de 15 tipos de

alimentos con distinto modulo de elasticidad (Agrawal y cols., 1998), encontrándose correlación significativa entre la actividad EMG y la consistencia de los alimentos. Asimismo, se ha registrado la actividad EMG global del músculo masetero superficial y temporal anterior durante la masticación de carne con distinta consistencia (Mioche y cols., 2003), observándose que la actividad EMG media fue mayor durante la masticación de carne dura que durante la masticación de carne blanda. Foster y cols. (2006) compararon el efecto de la dureza de dos modelos de alimentos con distintos comportamientos reológicos con la actividad EMG de los músculos masetero y temporal durante la masticación, encontrando que la actividad muscular aumentó significativamente con la dureza, independientemente del tipo de alimento, mientras que la forma de los ciclos masticatorios dependía de las propiedades reológicas. Propusieron una hipótesis dual que implica primero un mecanismo de preprogramación de la corteza y tronco cerebral para adaptar la forma de los movimientos mandibulares a las propiedades reológicas del alimento, y segundo, un mecanismo en el tronco cerebral de retroalimentación principalmente sensorial desde la boca que adapta la fuerza muscular a la dureza de los alimentos.

Se ha estudiado la influencia de la morfología craneofacial durante la función masticatoria. Distintos autores (Vianna-Lara y cols., 2009; Gomes y cols., 2010) han comparado la actividad EMG de los músculos temporal anterior y masetero entre sujetos braquifaciales, mesofaciales y dolicofaciales; los datos no demostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Sin embargo existen diferencias cuando se han estudiado otros parámetros, como las características mecánicas, fuerza masticatoria y tamaño muscular (Raadsheer y cols., 1999; Sondang y cols., 2003; Boom y cols., 2008).

Al estudiar los patrones de actividad EMG en sujetos adultos sanos durante distintas condiciones, Farella y cols. (2008) realizaron registro EMG unilateral, donde observaron durante la masticación de alimento duro que en el lado ipsilateral la mayoría de los sujetos presentó la mayor amplitud de actividad EMG, tanto para el masetero como para el temporal anterior. Asimismo, los músculos masetero, temporal anterior y suprahióideos tuvieron una gran actividad EMG durante la masticación de alimento duro y chicle.

La información respecto a la actividad EMG del músculo esternocleidomastoideo durante la función masticatoria es escasa. Shimazaki y cols. (2006) compararon la actividad EMG unilateral de los músculos masetero y esternocleidomastoideo durante la masticación de chicle, encontrando que el músculo esternocleidomastoideo se activa antes y más prolongadamente que el músculo masetero; no observándose además cambios significativos en los movimientos realizados durante el ciclo masticatorio.

2.5 Actividad electromiográfica e interferencia oclusal

En un concepto homeostático del sistema estomatognático, se considera como una oclusión orgánica aquella en la cual durante MIC el contacto de los dientes posteriores es más intenso que los dientes anteriores. Este tipo de contacto es favorable porque las piezas posteriores reciben la carga en el eje y evita que las piezas anteriores reciban cargas con componente horizontal. Durante un deslizamiento contactante protrusivo, la mandíbula debiera ser guiada por el contacto de dientes anteriores permitiendo la inoclusión de los dientes posteriores (fenómeno de Christensen)(Ireland, 2010). De esta manera, los dientes anteriores protegen a los posteriores evitando que reciban fuerzas con componente horizontal. Durante una trayectoria laterotrusiva debiera existir contacto entre los dientes opuestos en el lado de trabajo. Este contacto puede ser limitado a los caninos (guía canina) o extenderse hacia atrás hasta incluir uno o más pares de dientes posteriores adyacentes (función de grupo). Durante la trayectoria laterotrusiva no debiera presentarse una interferencia en lado de no trabajo (Clark y Evans, 2001).

Desde un punto de vista de evidencia científica, el trabajo de Manferdini y cols. (2004) mostró que en un grupo de pacientes con bruxismo, de todos los aspectos de la oclusión evaluados como por ejemplo mordida cubierta, mordida cruzada, mordida abierta, interferencia laterotrusiva, interferencia mediotrusiva, contacto prematuro, relación molar y relación canina, el único aspecto de la oclusión que mostró una correlación estadísticamente significativa con la presencia de bruxismo fue la presencia de interferencia mediotrusiva. Posteriormente, Manfredini y cols. (2012) al estimar la contribución de los varios factores oclusales de la dentición natural en la identificación

del bruxismo, sugieren que la contribución de la oclusión para la diferenciación entre bruxistas y no bruxistas es insignificante, lo que soporta las teorías que expresan un rol disminuido de los factores anatómico-estructurales en la patogénesis del bruxismo. Este resultado concuerda con Lobbezoo y Naeije (2001), los cuales asocian la génesis de bruxismo principalmente con factores de origen central.

El efecto de una interferencia oclusal artificial en el patrón de actividad EMG de los músculos elevadores (temporal anterior y masetero) ya ha sido anteriormente estudiado (Baba, 1991). En seis sujetos sanos se investigó la influencia de la colocación de una interferencia oclusal artificial (incrustación metálica en el segundo molar inferior) en la función mandibular. Se observó durante la masticación de chicle una prolongación de la fase oclusal con un incremento en la actividad de los músculos elevadores en el lado opuesto a la interferencia oclusal, es decir en el lado de trabajo.

Varios trabajos han sido publicados con respecto a la influencia de una interferencia oclusal artificial en la actividad EMG durante el máximo apretamiento dentario voluntario. Baba y cols. (1996) estudiando la influencia de una interferencia oclusal experimental. Observaron que la actividad EMG en los músculos temporal anterior y posterior disminuyó en el lado de trabajo y aumentó en el lado de no trabajo; además, el patrón con clara dominancia en el lado de trabajo del grupo control fue alterado por un patrón bilateral en el grupo de estudio. Otros autores (Okano y cols., 2007) utilizando coronas periféricas para simular oclusión balanceada, encontraron resultados similares en la actividad EMG del músculo temporal anterior, no encontrando diferencias en el músculo masetero. Otro estudio (Baba y cols., 2000) demostró que durante apretamiento dentario en posición lateral de la mandíbula, la clara dominancia en el lado de trabajo del músculo temporal anterior y posterior se redujo cuando se añadió una interferencia oclusal experimental mediotrusiva. No se observó un efecto significativo en la actividad EMG del músculo masetero. Asimismo, en un trabajo (Okano y cols., 2002) se concluyó que la introducción de una interferencia oclusal mediotrusiva provoca un aumento de la actividad EMG en el lado de no trabajo. Ferrario y cols. (1999a) estudiando el efecto de una interferencia unilateral en MIC en la actividad EMG de los músculos temporal anterior y masetero, encontraron que el principal efecto ocurrió en el músculo temporal, mientras que en el músculo masetero no se apreció dicha variación. Estos resultados contrastan con lo sostenido por otros

autores (Humsi y cols., 1989) que registraron los mismos efectos solo en el músculo masetero, y con lo reportado por Ingervall y Carlsson (1982) que no encontraron ninguna variación en la actividad EMG de los músculos estudiados.

Una publicación (Ferrario y cols., 2003) realizada en sujetos sanos, estudió el efecto inmediato de una interferencia oclusal unilateral en el patrón de contracción de los músculos esternocleidomastoideos durante máximo apretamiento voluntario en MIC, observando una alteración en el patrón de contracción muscular, volviéndose asimétrico. En un estudio realizado por Michelotti y cols. (2005), los investigadores registraron con un equipo portátil durante seis semanas el efecto inducido por una interferencia oclusal, encontrando una reducción en el número de periodos de actividad EMG y amplitud en el músculo masetero ipsilateral en los primeros dos días para luego ir aumentando gradualmente; además ninguno de los sujetos desarrolló síntomas de desorden temporomandibular. Este fenómeno de disminución inmediata representa la expresión de la activación de vías nerviosas mandibulares alternativas, para evitar la interferencia y aliviar la incomodidad. Algunos autores en el pasado (Clayton, 1995) sugirieron que la activación de estas vías, podría ocasionar hiperactividad muscular con pérdida de coordinación muscular.

Actualmente no existe consenso respecto a la relación entre el dolor orofacial, el desorden temporomandibular y la oclusión, además las interferencias oclusales han sido consideradas un factor de riesgo para los desordenes temporomandibulares.

En una revisión (Xie y cols., 2013) se expresa que los sujetos sin historia de trastornos temporomandibulares muestran una buena adaptación a las interferencias oclusales, mientras que los sujetos con historia de trastornos temporomandibulares desarrollan un significativo incremento de signos clínicos y reportan síntomas mayores, como incomodidad oclusal y dificultades masticatorias en respuesta a las interferencias.

Michelotti y cols. (2005) observaron que luego de la introducción de una interferencia oclusal artificial ninguno de los sujetos desarrolló síntomas de desorden temporomandibular. Asimismo, Lobbezoo y cols. (2012) en su revisión concluyeron que a la fecha no existe evidencia de una relación causal entre el bruxismo y la oclusión.

Por otra parte, se sugiere una cadena causal de eventos en que las interferencias oclusales provocan hiperactividad muscular y bruxismo, el cual a su vez resulta en sobrecarga de los músculos masticatorios, sensibilidad, dolor y ruido en las articulaciones temporomandibulares. Para verificar esta hipótesis algunos investigadores han estudiado el efecto local y periférico de la aplicación de distintos tipos de interferencias oclusales experimentales. En una revisión realizada en pacientes asintomáticos, Clark y cols. (1999) encontraron que las interferencias oclusales en MIC provocaban un efecto deletéreo en el tejido pulpar y periodontal de los dientes afectados, produciendo a veces una alteración en la función mandibular y ocasionalmente ruido y dolor mandibular. Este tipo de interferencias cuando contactan solamente en el movimiento lateral mandibular son rara vez perjudiciales para la función mandibular, es decir, no existe evidencia que puedan causar o detener el bruxismo nocturno. Concluyen además que las interferencias oclusales experimentales pueden inducir dolor dentario local, aumento de movilidad dentaria, ligero cambio tensional en los músculos posturales, alteración en los patrones de movimientos masticatorios, y a veces ruido articular. Estas conclusiones concuerdan con la revisión realizada por Christensen y Rassouli (1995a), en donde las interferencias oclusales experimentales podrían causar también cambios en los patrones de contracción mioeléctrica de los músculos mandibulares, así como también en los patrones de movimientos de traslación mandibular; asociándose además con fatiga muscular y dolor de cabeza. En otro trabajo (Christensen y Rassouli, 1995b) se ha observado un incremento de la actividad EMG en reposo de los músculos elevadores con la colocación de una interferencia oclusal. Li y cols. (2008) al estudiar el efecto de una interferencia oclusal artificial colocada en el primer molar inferior derecho durante seis días, observaron la aparición de fatiga muscular en el lado derecho de la cara, dolor en primer molar derecho, dolor en la articulación temporomandibular derecha y dolor de cabeza en la región temporal derecha. Todos los signos y síntomas desaparecieron dentro de la semana después de eliminar la interferencia oclusal artificial. Además se observó un aumento de la actividad EMG en reposo del músculo temporal anterior. La actividad EMG durante máxima contracción voluntaria se redujo significativamente en ambos músculos durante el tercer y sexto día.

2.6 Actividad electromiográfica y rechinamiento dentario

Aunque los datos sobre la prevalencia del apretamiento y rechinamiento dentario son controvertidos, los valores de los reportes fluctúan entre un 6 y un 88%, lo cuales se encuentran de acuerdo con una asociación positiva entre el bruxismo y los trastornos craneomandibulares. Por lo tanto, es esperable una asociación o relación funcional entre el bruxismo y la actividad muscular cervical (Ciuffolo y cols., 2005).

Ha sido ampliamente estudiada la actividad EMG de la musculatura cérvico-mandibular durante máximo apretamiento dentario en MIC, donde se observa un aumento de la actividad EMG del músculo temporal anterior, masetero, digástrico y esternocleidomastoideo (Ciuffolo y cols., 2005; Ferrario y cols., 2004; Ferrario y cols., 2006).

Existe una suposición comúnmente aceptada de que las fuerzas durante la masticación son generalmente menores que las obtenidas durante el máximo apretamiento dentario. Algunos autores (Gibbs y cols., 1981) relatan que la fuerza durante la fase de contacto oclusal durante la masticación es alta, aproximadamente un 40% de la máxima fuerza masticatoria. Sin embargo, otros autores (Proeschel y Morneburg, 2002) demostraron que la relación actividad EMG/fuerza masticatoria está influenciada por el tipo de actividad muscular (por ejemplo dinámica versus estática).

El rechinamiento dentario es una actividad de gran interés para los dentistas debido a sus consecuencias: destrucción de los dientes, ruptura de restauraciones dentales o de rehabilitaciones orales, exacerbación de los trastornos temporomandibulares, inducción de cefalea tensional temporal y sonidos de molienda que pueden interferir con el sueño de los familiares (Lavigne y cols., 2008) y poco se sabe acerca de las conductas orales parafuncionales en vigilia (Glaros y cols., 2005).

En los últimos años se han realizado una serie de investigaciones en sujetos sanos, con dentición natural, en los cuales se ha registrado la actividad EMG bilateral de músculos que integran la UCCM durante rechinamiento dentario excéntrico (desde la posición de MIC hasta la posición laterotrusiva en borde a borde) y durante rechinamiento dentario concéntrico (desde la posición laterotrusiva en borde a borde hasta la posición de MIC). Los patrones EMG se estudiaron en dos grupos de sujetos;

con guía canina bilateral y con función de grupo bilateral. Ninguno de los sujetos presentaba interferencia dentaria mediotrusiva durante el rechinar en el lado de trabajo. En la porción anterior del músculo temporal (Gutiérrez y cols., 2010) se observó un patrón de mayor actividad EMG en el lado de trabajo en comparación con el lado de no trabajo. En el músculo masetero (Campillo y cols., 2008) y en el músculo esternocleidomastoideo (Rodríguez y cols., 2011) no se observó una diferencia significativa en la actividad EMG entre el lado de trabajo y el lado de no trabajo durante condiciones de rechinar dentario.

Es importante mencionar que son muy escasos los estudios respecto a la influencia de una interferencia oclusal artificial durante rechinar excéntrico y concéntrico. En una publicación anterior (Baba y cols., 1991) se estudió la influencia de una interferencia oclusal artificial mediotrusiva en la función mandibular durante el deslizamiento lateral de la mandíbula (no rechinar). Registraron la actividad EMG del temporal anterior y posterior y del masetero. Encontraron que había una tendencia de aumento en la actividad del temporal posterior del lado de trabajo durante el deslizamiento lateral excéntrico desde MIC. La relación actividad del temporal del lado de trabajo/lado de no trabajo disminuyó durante el deslizamiento hacia la posición de MIC. Hasta donde se sabe, no se han realizado estudios con respecto a la influencia de la colocación de una interferencia oclusal molar artificial mediotrusiva, en la actividad EMG de los músculos esternocleidomastoideos. En base a estos resultados, Trovato y cols. (2009) concluyen que algunas características oclusales, como los contactos mediotrusivos, pueden afectar la actividad de los músculos masticatorios, pero no de una manera indiscutible (los efectos fueron observados en la actividad del músculo temporal pero no en el músculo masetero) y esto puede cambiar la naturaleza de las fuerzas aplicadas sobre los dientes y las articulaciones temporomandibulares.

2.7 Índices de asimetría y torque

La asimetría es un hallazgo frecuente en el hombre. Además de órganos impares y asimétricos, como el hígado o el corazón, la morfología y función de las estructuras pareadas difieren en el lado derecho e izquierdo del cuerpo. Evaluaciones morfológicas de asimetría craneofacial se han convertido en una parte frecuente de la caracterización

de los sujetos normales como pacientes (Peck y cols., 1991; Schmid y cols., 1991; O'Byrn y cols., 1995).

La evaluación de la simetría funcional del complejo craneofacial involucra frecuentemente patrones del movimiento mandibular y de las actividades de los músculos masticatorios (Humsi y cols., 1989; Naeije y cols., 1989).

Los patrones de contracción de los músculos pareados pueden ser investigados utilizando EMG de superficie, la cual permite la monitorización de algunos de los principales músculos masticatorios (masetero, temporal, suprahióideos), con resultados que no difieren significativamente de los obtenidos con registros intramusculares (Belser y Hannam, 1986), además de ser fielmente reproducibles cuando se desarrollan con protocolos bien estandarizados (Ferrario y Sforza, 1996). Por ejemplo tasas de actividad obtenidas por apretamiento unilateral isométrico mostraron ser consistentes con los objetivos de mínima carga articular o mínimo esfuerzo muscular (Iwasaki y cols., 2003). Estos hallazgos no son fácilmente generalizables a la función masticatoria, porque activaciones relativas durante la masticación difieren de éstas en el apretamiento isométrico. En apretamiento isométrico, la tasa de actividad lado de trabajo/lado de no trabajo de los músculos maseteros fue reportada como simétrica y caracterizada por actividad equivalente en ambos lados (Pröschel y Raum, 2001). En contraste, masticación unilateral provocó una tasa de actividad de lado de trabajo/lado de no trabajo asimétrica debido a una menor actividad en el músculo del lado de no trabajo (Pröschel y Morneburg., 2002). De acuerdo con un estudio (Pröschel y cols., 2008), las diferencias en las activaciones relativas pueden ser atribuidas a diferentes grados de apertura mandibular, bajo las cuales fueron desarrollados los experimentos durante apretamiento y masticación.

La EMG también permite verificar y cuantificar el equilibrio neuromuscular, tanto entre los músculos de ambos lados del cuerpo (simetría) como entre pares de músculos con posible efecto de desviación lateral de la mandíbula (torque) (Ferrario y cols., 1999a; Ferrario y cols., 2000). Además, análisis cuantitativos de los patrones de contracción muscular durante actividades dinámicas estandarizadas permiten evaluar la coordinación neuromuscular (Ferrario y Sforza, 1996; Ferrario y cols., 1999b).

Bakke y Møller (1980) evaluaron los cambios en la actividad muscular durante máximo apretamiento dentario en MIC en presencia de un contacto prematuro unilateral artificial. Los resultados obtenidos muestran una significativa asimetría en los músculos masetero, temporal anterior y posterior, con la mayor actividad en el mismo lado del contacto prematuro. Con el aumento de la altura del contacto prematuro, el voltaje promedio disminuyó de la misma manera en ambos lados, por lo que los autores sugieren que la asimetría fue causada por una mayor actividad aferente de los husos neuromusculares en el lado ipsilateral, y la disminución de la actividad muscular se produjo por la reducción de la actividad de los mecanorreceptores periodontales.

En otra investigación EMG (Nishigawa y cols., 1997), se estudió la relación entre los contactos molares en el lado de no trabajo y los patrones de masticación de los músculos masticatorios durante la masticación de chicle. Nueve sujetos sanos participaron en el experimento y fueron divididos en sujetos con y sin contactos molares en el lado de no trabajo. Los resultados mostraron niveles más asimétricos de la actividad de los músculos elevadores durante la masticación unilateral en el grupo con contacto en el lado de no trabajo cuando los compararon con el grupo sin esos contactos. Además de observarse un mayor nivel de actividad EMG en el lado de trabajo que en el lado de no trabajo, especialmente en el músculo masetero.

Otro estudio (Li y cols., 2008) al evaluar el efecto de una interferencia oclusal artificial colocada en el primer molar inferior derecho durante seis días, determinó que el índice de asimetría durante el tercer día aumentó en el músculo temporal anterior durante máxima contracción voluntaria y disminuyó en el músculo masetero durante el reposo.

El índice de asimetría propuesto por Naeije y cols. (1989) ha sido usado por diversos autores (Ferrario y cols., 1993; Rodrigues-Bigaton y cols., 2010). Este índice hace posible la evaluación de la contracción simétrica de los músculos homólogos del lado derecho e izquierdo del cuerpo, que permite su comparación durante una función estandarizada.

Ferrario y cols. (1993) aceptan como compatible con una función normal índices de asimetría menores del 18% en apretamiento y refieren como objetivo del tratamiento lograr no una simetría muscular, sino un sistema normofuncionante. A

veces, la función muscular en individuos sanos puede ser tan asimétrica como en los sujetos con disfunción, por lo que el índice de asimetría debe combinarse con otras variables EMG para poder utilizarlo en el diagnóstico de disfunción (Aneiros-López y cols., 2002).

Por otra parte, es importante conocer el índice de torque, propuesto por Ferrario y cols. (1993) y utilizado por Botelho y cols. (2010), donde se describe como un componente potencial de desplazamiento lateral producido por una actividad de contracción desequilibrada de los músculos masetero y temporal contralateral. De hecho, el vector resultante del temporal de un lado se dirige hacia arriba y atrás, y el vector resultante contralateral del músculo masetero se dirige hacia arriba y adelante; esto produce un par de fuerzas que pueden desviar la mandíbula hacia el lado del temporal anterior.

Si bien es cierto que ambos índices fueron descritos para los músculos temporal anterior y masetero, consideramos que al existir una UCCM que relaciona estrechamente tanto anatómica como funcionalmente estructuras mandibulares y cervicales, el efecto de actividades EMG asimétricas y de torque, puede evidenciar pérdidas del equilibrio biomecánico, lo cual se podría reflejar en inclinaciones laterales de la postura de la cabeza. Esto sería debido a que, fisiológicamente, un par de fuerzas debe estar contrarrestado por un par de fuerzas análogas en el lado contrario.

En estudios recientes (Campillo y cols., 2008; Rodríguez y cols., 2011) al estudiar la actividad EMG durante registros dinámicos de rechinar, se ha demostrado que los músculos masetero y esternocleidomastoideo no presentan diferencias significativas entre el lado de trabajo y de no trabajo, lo que demuestra un patrón de actividad similar de ambos músculos en dichas condiciones.

3. HIPÓTESIS

El índice de asimetría en los músculos temporal anterior y esternocleidomastoideo no varía entre los sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva, durante la masticación y el rechinar dentario; no existiendo diferencias entre el tipo de alimento y tipo de rechinar; además de no existir diferencias en el índice de torque entre los sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva durante la masticación y el rechinar dentario; no existiendo diferencias entre el tipo de alimento y tipo de rechinar.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

1. Evaluar la actividad electromiográfica bilateral de los músculos temporales anteriores y esternocleidomastoideos en cuanto a sus índices de asimetría y de torque, durante la masticación y el rechinar, en sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva.

4.2 Objetivos específicos

1. Registrar y medir la actividad EMG bilateral de los músculos temporales anteriores y esternocleidomastoideos, durante la masticación y el rechinar dentario en sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva.

2. Calcular y comparar el índice de asimetría total y los índices de asimetría parciales para los músculos temporales anteriores y esternocleidomastoideos, entre sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva, durante la masticación y el rechinar dentario.

3. Calcular y comparar el índice de asimetría total y los índices de asimetría parciales para los músculos temporales anteriores y esternocleidomastoideos, entre la masticación de galleta y manzana, en sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva.

4. Calcular y comparar el índice de asimetría total y los índices de asimetría parciales para los músculos temporales anteriores y esternocleidomastoideos, entre el rechinar excéntrico y concéntrico, en sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva.

5. Calcular y comparar el índice de torque entre sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva, durante la masticación y el rechinar dentario.

6. Calcular y comparar el índice de torque entre la masticación de galleta y manzana, en sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva.

7. Calcular y comparar el índice de torque entre el rechinar excéntrico y concéntrico, en sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 *Diseño del estudio*

Este estudio corresponde a uno de tipo observacional analítico transversal, el cual se realizará en un sólo momento en el tiempo.

La parte experimental del presente Trabajo de Fin de Máster fue aprobada por el Comité de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile (anexo 1).

Para conocer del tamaño de la muestra se realizó un estudio piloto con dos sujetos de cada grupo, a cuyos datos se les aplicó el test de comparación de medias con un poder del 80% (anexo 2).

5.2 *Selección de la muestra*

Se seleccionó una muestra de 30 sujetos jóvenes clínicamente sanos (15 sujetos grupo control y 15 sujetos grupo de estudio), estudiantes pertenecientes a las Facultades de Medicina y Odontología de la Universidad de Chile, con edades en un rango entre 19 y 24 años (promedio 20,2 años).

5.3 *Exploración clínica*

Se consideró como sujetos clínicamente sanos a aquellos sujetos que durante la anamnesis y el examen clínico se caracterizaron por lo siguiente: 1, no relatar síntomas de dolor facial, craneal o cervical espontáneo y/o a la palpación; 2, no relatar ni presentar signos de ruido articular; 3, no presentar deflexión mandibular en apertura ni en cierre; 4, presentar una apertura mandibular en un rango de 40 a 50 mm y en lateralidad en un rango en 8 a 10 mm; 5, no relatar dolor y/o dificultad durante la masticación de alimento; 6, no relatar enfermedades sistémicas con diagnóstico médico.

Durante el examen oclusal estático se solicitó a los sujetos morder en MIC, se consideró como normal que los sujetos presentaran una sobremordida y un resalte en un rango de 2 a 3,5 mm (Jensen y Ruf, 2010).

Durante el examen oclusal dinámico, se solicitó a los sujetos realizar un rechinamiento laterotrusivo, y se chequeó la presencia o ausencia de una interferencia oclusal molar natural mediotrusiva, mediante el uso de una laminilla de celuloide de 50 micras de grosor. Forrester y cols. (2011) concluyeron que indicadores de 202 y 96 micras de grosor alteraban significativamente la actividad EMG comparado con la oclusión natural, a diferencia de otros indicadores de 24 y 60 micras; lo cual soporta su validación para evaluar parámetros oclusales.

5.4 Criterios de inclusión y exclusión

Como criterio de inclusión para ambos grupos, los sujetos debían presentar dentición permanente completa sana, incluyendo los terceros molares en correcta oclusión y guía canina o función de grupo bilateral. Al realizar un movimiento mandibular protrusivo se debía observar la desoclusión de todos los dientes posteriores (fenómeno de Christensen). Además debían poseer un patrón de masticación unilateral alternado.

Como criterio de inclusión en el grupo control, los sujetos al realizar un rechinamiento laterotrusivo, debían poseer guía canina mesial o función de grupo completa, dejando al resto de las piezas dentarias en inoclusión.

Como criterio de inclusión en el grupo de estudio, los sujetos al realizar un rechinamiento laterotrusivo, debían presentar guía canina mesial o función de grupo completa en el lado de trabajo y evidenciar una interferencia oclusal natural mediotrusiva (contacto a nivel de las cúspides de soporte del segundo molar superior e inferior).

Los criterios de exclusión para todos los sujetos fueron los siguientes: presentar alteraciones clínicas evidentes de la postura corporal, historia de tratamiento ortodóncico en los últimos 24 meses, aun cuando existe evidencia reciente que señala

que sería suficiente un tiempo de 12 meses (Winocur y cols., 2007) historia de trauma facial o cervical, piezas dentarias fracturadas o presencia de restauraciones que incluyan el borde incisal, una o más cúspides; presentar mordida cruzada unilateral o bilateral, mordida invertida anterior o estar consumiendo medicamentos que pudiesen influir en la actividad EMG.

En el presente estudio no se consideró como un criterio de inclusión ni exclusión la presencia de bruxismo, puesto que se ha señalado que el examen *gold standard* para su diagnóstico certero es mediante polisomnografía (Lavigne y cols., 2008), la cual no se efectuó debido a que no disponemos de equipo para realizar este examen.

5.5 Reclutamiento y periodo de recolección de la muestra

El reclutamiento de los individuos para este estudio se realizó tras las clases y seminarios de discusión del curso de Fisiología Humana de la carrera de Odontología y del curso de Fisiología General de las carreras de Fonoaudiología y Tecnología Médica. Mediante una exposición oral motivacional y explicatoria de los objetivos del proyecto de investigación, los alumnos fueron invitados a participar voluntariamente, para lo cual debían concurrir al Laboratorio de Fisiología Oral de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, donde se realizó la anamnesis y el examen clínico para determinar el cumplimiento de los requisitos establecidos para el enrolamiento en el presente trabajo, donde a los seleccionados se les asignó en el grupo de control o de estudio, de acuerdo a los criterios de inclusión.

Debido a que se seleccionaron los individuos que cumplen con los criterios de inclusión/exclusión a medida que van acudiendo al Laboratorio de Fisiología Oral de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, la técnica de muestreo empleada fue del tipo no probabilístico de casos consecutivos.

El número total de pacientes examinados fue de 107, de los cuales 32 cumplieron con los criterios para ser incorporados en el presente estudio. En cada grupo un sujeto fue excluido, en el grupo control el sujeto no fue capaz de seguir las instrucciones correctamente, mientras que en el grupo de estudio existió interferencia

durante el registro de la actividad EMG. Finalmente, 15 sujetos de cada grupo fueron incluidos para el análisis de los datos (anexo 3).

El tiempo total de recolección de la muestra fue de 12 semanas.

Todos los sujetos fueron examinados por dos integrantes del equipo de investigación en forma independiente. El acuerdo de ambos examinadores fue necesario para la inclusión de los individuos, quienes debieron estar de acuerdo en formar parte del estudio, para lo cual firmaron un documento de consentimiento informado (anexo 4).

En todos los sujetos se preservó y protegió su identidad, mediante la asignación de un número, no se utilizó su nombre de identificación para ningún efecto en el análisis de datos ni posteriores resultados. Se encuentra señalado en la introducción del documento de consentimiento informado que: *“Toda información personal será confidencial y no será divulgada”*.

A todos los sujetos de la presente investigación como compensación ética, se les proporcionó a través de su examen clínico, información relativa al estado de sus dientes y tejidos de soporte, asimismo recibieron como se encuentra consignado en el documento de consentimiento informado: *“Un consejo en higiene oral y productos para la prevención de las caries; finalmente los agradecimientos por participar libre y voluntariamente”*.

5.6 Calibración de los examinadores

Se realizó una sesión teórica con ambos examinadores donde se estudió el protocolo del trabajo experimental, uniformaron los criterios diagnósticos, modo de llenar la ficha de recogida de datos, sistemática del examen, instrumental necesario. Posteriormente se realizó el ejercicio clínico; la primera sesión se realizó con 3 sujetos escogidos al azar, donde se discutieron los hallazgos clínicos registrados para homogenizar criterios. La segunda sesión se ejecutó a las 48 horas, donde repitió el procedimiento, con el objetivo de re-examinar los sujetos para evaluar la calibración intraexaminador (anexo 5 cuadro 1) y a continuación discutir posibles diferencias de

evaluación, con el fin de lograr el mayor grado de acuerdo posible interexaminador. Posteriormente se examinó un número de 4 sujetos seleccionados aleatoriamente con las mismas condiciones y procedimientos del estudio definitivo, observando el movimiento laterotrusivo hacia el lado habitual de masticación para la evaluación de la existencia de contacto mediotrusivo (anexo 5 cuadro 2). Durante esta fase los examinadores no discutieron entre ellos los hallazgos y diagnósticos realizados. Luego, se analizó y evaluó el grado de acuerdo intraexaminador mediante el cálculo del porcentaje de concordancia y el acuerdo interexaminador mediante el test de Kappa.

5.7 Registros electromiográficos

Los registros se realizaron dentro de una sala cerrada en silencio, con los sujetos sentados en una silla exclusiva para registros, sin apoyo de cabeza, con su espalda en contacto con el respaldo, los brazos sobre los muslos, la cabeza en posición natural y los ojos abiertos mirando al frente. Se realizó el registro EMG en la posición sentada, pues en esta forma se efectúa la función masticatoria habitualmente.

Se registró la actividad EMG integrada en forma simultánea de la porción anterior del músculo temporal y músculo esternocleidomastoideo, bilateralmente. Se utilizaron electrodos de superficie con una separación estándar entre ellos de 1,5 cm de centro a centro), marca Bio FLEX: A Flexible No-Gel Electrodes (BioResearch Associates, Inc. Milwaukee, WI), mediante técnica bipolar. Se limpió la piel de la zona a registrar con una gasa humedecida en alcohol etílico de 95° (Figura 1).



Figura 1

Ubicación de electrodos en músculos temporal anterior y esternocleidomastoideo.

Para el registro de la actividad EMG de la porción anterior del músculo temporal, el electrodo inferior se ubicó a 1,5 cm por detrás del ángulo externo del ojo y a 1 cm sobre el arco cigomático. El electrodo superior se ubicó 1,5 cm por sobre el centro del electrodo inferior, en la dirección de las fibras musculares (Ormeño y cols., 1999; Gutiérrez y cols., 2010).

Para el registro de la actividad EMG del músculo esternocleidomastoideo, los electrodos se ubicaron en el borde anterior de la parte media del músculo y siguiendo la dirección de las fibras musculares (Rodríguez y cols., 2011).

Sobre la frente se fijó un electrodo de referencia de superficie amplia (12 cm²). La posición de los electrodos se mantuvo fija y constante durante todas las condiciones en los diferentes registros EMG de los músculos a estudiar.

Dado que todos los sujetos presentaban un patrón de masticación unilateral alternada, se consideró como *lado de trabajo*, el lado más habitual de masticación seleccionado por cada sujeto, lado en el cual se realizó la masticación y el rechinar dentario. El lado opuesto se consideró como *lado de no trabajo*.

Se registró la actividad EMG de la porción anterior del músculo temporal y músculo esternocleidomastoideo bilateralmente, en las siguientes condiciones experimentales:

- **Condición 1: masticación unilateral de galleta.**
- **Condición 2: masticación unilateral de manzana.**
- **Condición 3: rechinamiento desde MIC hasta la posición borde a borde laterotrusiva (excéntrico).**
- **Condición 4: rechinamiento desde la posición borde a borde laterotrusiva hasta MIC (concéntrico).**

Antes de realizar los registros EMG, un examinador explicó y mostró las posiciones y movimientos mandibulares de las condiciones que los sujetos debían efectuar. Posteriormente, los sujetos debían ser capaces de repetir correctamente, frente a un espejo, cada una de las condiciones de registro.

La actividad EMG de cada músculo se normalizó en función de la condición en que cada músculo realiza su máxima actividad EMG, lo cual es necesario para que la medición pueda ser comparada entre los sujetos. El procedimiento de normalización consiste en establecer la relación existente entre los parámetros de la actividad EMG mientras se mide la máxima contracción voluntaria referencial de los músculos y la subsiguiente medición de la contracción submáxima medida durante el procedimiento. Todos los registros de las contracciones submáximas son relacionadas con el máximo valor de actividad EMG obtenido durante la máxima contracción voluntaria (Armijo-Olivo y Magee, 2007).

Para normalizar la actividad EMG del músculo temporal anterior, se solicitó a los sujetos realizar máximo apretamiento dentario en MIC. Para la normalización de la actividad EMG del músculo esternocleidomastoideo, se le pidió a los sujetos realizar una máxima rotación de cabeza hacia ambos lados, sin mover los hombros mientras un examinador bloquea con su mano el movimiento. El sujeto mantuvo las posiciones de rotación extremas durante aproximadamente cinco segundos (Ferrario y cols., 2006). Durante esta acción, el músculo esternocleidomastoideo contralateral se encuentra activado al máximo.

Durante el registro de la actividad EMG en máximo apretamiento dentario en MIC y máxima rotación de cabeza, para evitar la fatiga muscular ningún registro duró más de diez segundos, descansando los sujetos un minuto entre cada registro y tres minutos entre cada secuencia. Mientras se realizó el registro de la actividad EMG durante rechinamiento excéntrico y concéntrico, un examinador verificó la posición inicial y final de la mandíbula durante los registros de la actividad EMG.

Para las condiciones 1 y 2 se utilizaron dos tipos de alimentos de distinta consistencia: manzana fresca cruda variedad Pink Lady y galleta Kuky clásica (Nestlé®). Las porciones de manzana consistieron en trozos triangulares con cáscara, cortados con un fraccionador estándar (Leifheit ComfortLine®). Cada porción de manzana tenía 3 cm de largo y 2,5 cm de ancho. Las galletas individuales fueron fraccionadas por la mitad, determinando así cada porción, la cual poseía 4 cm de diámetro y 2,5 cm de ancho.

Se le solicitó a cada sujeto tomar una porción de alimento y llevárselo a la boca en una sola oportunidad, para que luego lo mastiquen por el *lado de trabajo* hasta el umbral de deglución y posteriormente deglutan normalmente, siendo así variable el número de golpes masticatorios. Se solicitó encarecidamente a los sujetos antes de deglutir indicar con el dedo índice dicho momento, sin levantar los brazos ni manos, con el fin de no confundir la actividad de masticación con la de deglución. La masticación se realizó primero con galleta y posteriormente con manzana. Antes de realizar el cambio de alimento, se pidió a los sujetos beber un sorbo de agua para eliminar los posibles residuos dentro de la boca.

Durante las condiciones 3 y 4, se le pidió a los sujetos rechinar fuertemente mientras realizaban el movimiento hacia el *lado de trabajo*. Se solicitó enfáticamente a los sujetos que durante dichas condiciones no apretaran al llegar a MIC, para no contaminar el registro con la actividad EMG registrada en la condición de referencia.

La actividad EMG captada fue rectificada, amplificada (Preamplificador Modelo 7P5B, Grass Instrument Co. Quincy, MASS. USA), integrada (constante de tiempo 0,33 segundos) y luego registrada online en un computador con sistema operativo Microsoft® Windows XP® destinado exclusivamente para la adquisición y procesamiento de las señales EMG. El sistema fue calibrado antes de cada registro.

Se registró la actividad EMG integrada, tanto tónica como fásica con un equipo de registro electromiográfico (Figura 2). El electromiograma integrado representa la medición cuantitativa de la actividad eléctrica total desarrollada por un músculo. La señal de salida del integrador es proporcional al promedio de la suma del área comprendida en las ondas EMG positivas y negativas.



Figura 2
Equipo de registro electromiográfico.

Para medir el valor promedio de la curva registrada y su duración en el tiempo, se utilizó un software específico que midió la actividad EMG. El mismo software que registró la actividad EMG, midió dicha actividad en cada registro cada 0,1 segundo desde el inicio hasta el final de la curva registrada. Se utilizó una ventana de tiempo de 8,4 segundos para la medición de cada curva, debido a que es el lapso menor de registro de la condición más breve, lo que asegura captar íntegramente la condición en el registro y los hace comparables independiente de la duración total. Posteriormente los datos se tabularon con el programa Microsoft® Office Excel 2007. En cada una de las condiciones se obtuvo un valor promedio de los registros realizados. Los valores promedios obtenidos en cada una de las condiciones, fueron normalizados con el máximo apretamiento dentario en MIC para el músculo temporal anterior y con la máxima rotación de cabeza para el músculo esternocleidomastoideo, para utilizarlos en la comparación de la actividad EMG, basados en la siguiente ecuación (Mizutani y cols., 1989):

$\text{Actividad normalizada por músculo} = \frac{\text{Actividad durante masticación o rechinamiento}}{\text{Máxima actividad del músculo}}$

5.8 Cálculo de los índices de asimetría y torque

Los índices de asimetría total y parcial fueron calculados para cada sujeto y para cada músculo durante cada condición, siendo obtenidos mediante las siguientes ecuaciones, basado en Naeije y cols. (1989):

$$\text{Índice de asimetría parcial} = \frac{(\text{Músculo lado de trabajo} - \text{Músculo lado de no trabajo})}{(\text{Músculo lado de trabajo} + \text{Músculo lado de no trabajo})} \%$$

$$\text{Índice de asimetría total} = \frac{(\text{ECM lt} + \text{TA lt} - \text{ECM lnt} - \text{TA lnt})}{(\text{ECM lt} + \text{TA lt} + \text{ECM lnt} + \text{TA lnt})} \%$$

lt: lado de trabajo, lnt: lado de no trabajo

El índice de asimetría puede variar entre -100% y +100%. Un valor positivo muestra una predominancia muscular del lado de trabajo, mientras que un valor negativo muestra una predominancia muscular del lado de no trabajo. Un valor igual a cero significa una actividad muscular similar del lado de trabajo y el lado de no trabajo.

La dirección de las fuerzas del temporal anterior y esternocleidomastoideo puede provocar un cambio en la postura de la cabeza. Para evaluar este efecto, se calculó el índice de torque, basado en Ferrario y cols. (1993):

$$\text{Índice de torque} = \frac{(\text{TA lt} + \text{ECM lnt}) - (\text{TA lnt} + \text{ECM lt})}{(\text{TA lt} + \text{ECM lnt}) + (\text{TA lnt} + \text{ECM lt})} \%$$

El rango de este índice va desde -100% hasta +100%. Valores positivos indican una fuerza resultante mayor del lado de trabajo, mientras que valores negativos indican una fuerza resultante mayor del lado de no trabajo.

En los índices de asimetría y torque, TA lt y TA lnt representan la actividad EMG promedio normalizada de músculos temporal anterior del lado de trabajo y de no trabajo respectivamente, y donde ECM lt y ECM lnt representan la actividad EMG promedio normalizada de los músculos esternocleidomastoideo del lado de trabajo y de no trabajo respectivamente.

5.9 *Análisis estadístico*

Para establecer la variabilidad de los datos, se utilizó el coeficiente de variación, el cual fue calculado mediante el porcentaje del cociente entre la desviación estándar y el promedio dentro de cada condición, estableciéndose como homogénea valores menores al 40%.

Se realizó el test de Shapiro-Wilk para determinar si existía distribución normal de los datos. Valor del test Shapiro-Wilk mayor a 0,05 indica que la distribución es normal.

Para la comparación de medias entre el grupo control y experimental, los datos se compararon mediante el test-t para muestras independientes; mientras que para la comparación de medias pertenecientes al mismo grupo se utilizó el test-t para muestras dependientes. Para comparar las medias dentro de un mismo grupo cuando no se cumplía el supuesto de normalidad, se utilizó el test de Wilcoxon.

En todas las comparaciones realizadas se consideró como estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$.

Los datos fueron analizados con el programa SPSS (IBM SPSS Statistics® versión 19), mientras que para el cálculo de la variabilidad de los datos y la construcción de tablas se utilizó el programa Microsoft® Office Excel 2007.

6. RESULTADOS

6.1 Reproducibilidad de los datos

El grado de acuerdo intraexaminador calculado mediante el porcentaje de concordancia mostró un valor del 92,8%. Por su parte para la evaluación del acuerdo interexaminador se realizó el test de Kappa, el cual arrojó un resultado de 0,7143; con un porcentaje de concordancia del 87,5%.

6.2 Variabilidad y distribución de los datos

Los porcentajes de la variabilidad de los datos de la actividad muscular en los músculos temporales anteriores en las condiciones de masticación de galleta, masticación de manzana, rechinamiento excéntrico y rechinamiento concéntrico fueron de un 9,35%; 14,4%; 21,5% y 27% respectivamente. Mientras que los porcentajes de la variabilidad de los datos para los músculos esternocleidomastoideos en las mismas condiciones fueron de un 26,02%; 18,8%; 20,5% y 21,4% respectivamente.

El análisis de la distribución de los datos realizado con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk mostró que todas las variables agrupadas por músculo, grupo, índice, alimento y rechinamiento presentaron un valor p mayor a 0,05; por lo tanto se utilizaron pruebas paramétricas para datos cuantitativos, siendo éstas el test t para muestras independientes en las comparaciones intergrupo y el test t para muestras dependientes en las comparaciones intragrupo.

6.3 Comparación de los índices de asimetría y de torque entre el grupo control y el grupo experimental

En la tabla I se muestran los valores de la media aritmética, desviación estándar y límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% de los índices de asimetría y de torque por condición en cada grupo. Además se observan las comparaciones de las medias de los índices entre el grupo control y el grupo

experimental, donde no se observan diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los índices estudiados ($p>0,05$; test-t para muestras independientes).

MASTICACIÓN	CONTROL				EXPERIMENTAL				COMPARACIONES
	MEDIA	DE	IC		MEDIA	DE	IC		INTERGRUPO
			INF	SUP			INF	SUP	
									valor p
Ind Asime TA Galleta	1,55	14,34	-6,39	9,49	2,60	21,89	-9,52	14,72	0,88
Ind Asime TA Manzana	-2,19	18,26	-12,31	7,92	0,88	19,66	-10,01	11,76	0,66
Ind Asime ECM Galleta	31,26	38,06	10,18	52,34	5,85	32,79	-12,31	24,01	0,06
Ind Asime ECM Manzana	26,43	35,25	6,91	45,95	10,08	36,92	-10,37	30,53	0,23
Ind Asime total Galleta	14,84	23,67	1,73	27,95	6,05	24,09	-7,29	19,40	0,32
Ind Asime total Manzana	11,80	22,20	-0,50	24,10	5,70	24,11	-7,66	19,05	0,48
Ind Torque Galleta	-13,73	19,12	-24,32	-3,14	-0,16	22,15	-12,42	12,11	0,08
Ind Torque Manzana	-14,81	20,17	-25,97	-3,64	-4,47	23,11	-17,26	8,33	0,20
RECHINAMIENTO									
Ind Asime TA Excentr	9,61	28,27	-6,04	25,26	20,68	34,31	1,68	39,68	0,34
Ind Asime TA Concentr	4,48	20,77	-7,02	15,98	12,34	17,71	2,53	22,14	0,27
Ind Asime ECM Excentr	5,09	51,66	-23,52	33,70	-19,78	27,81	-35,18	-4,38	0,12
Ind Asime ECM Concentr	-0,96	47,67	-27,36	25,43	-8,79	32,65	-26,87	9,29	0,60
Ind Asime total Excentr	7,41	32,91	-10,82	25,63	4,48	25,04	-9,39	18,34	0,79
Ind Asime total Concentr	-1,37	25,70	-15,60	12,86	2,85	20,50	-8,50	14,20	0,62
Ind Torque Excentr	5,11	32,16	-12,70	22,92	18,50	22,40	6,10	30,91	0,20
Ind Torque Concentr	4,86	26,90	-10,03	19,75	12,20	14,08	4,41	20,00	0,36

Tabla I: Índices de asimetría y de torque, para temporales anteriores y esternocleidomastoideos, durante la masticación y el rechinar dentario. Comparaciones entre el grupo control y el grupo experimental.

6.4 Comparación de los índices de asimetría y torque agrupados por signo en dos categorías

La tabla II muestra la cantidad de sujetos y la media de cada índice estudiado, agrupados por signo en dos categorías, por un lado aquellos con signo negativo y por otro los con signo positivo. También se muestran las comparaciones dentro de cada grupo y las comparaciones entre el grupo control y experimental, después de haber separado y agrupado los valores por signo.

En las comparaciones intragrupo, tras la agrupación de acuerdo a su signo, se compararon las medias entre los sujetos que presentaban un valor negativo (predominancia de los músculos del lado de no trabajo) y aquellos que presentaban un valor positivo en el índice (predominancia de los músculos del lado de trabajo). A los valores negativos se les aplicó la función de valor absoluto, ya que lo que se pretende con esta comparación es poder observar si existen diferencias en cuanto a la magnitud, independientemente del lado predominante.

En el grupo control solamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el índice de asimetría de los músculos esternocleidomastoideos y el índice de torque, ambos durante la masticación de galleta (* $p < 0,05$; test-t para muestras independientes).

En el grupo experimental, se observaron diferencias significativas en los índices de asimetría total y de los músculos esternocleidomastoideos durante la masticación de manzana, así como también en los índices de asimetría de los músculos temporales anteriores durante el rechinar concéntrico y del índice de torque durante el rechinar excéntrico (* $p < 0,05$; test-t para muestras independientes).

Las comparaciones de las medias intergrupo se realizaron entre los sujetos que presentaban la misma predominancia de lado (valor negativo indica predominancia de los músculos del lado de no trabajo y valor positivo indica predominancia de los músculos del lado de trabajo), es decir se compararon los valores con igual signo entre el grupo control y el experimental.

En las comparaciones intergrupo, tanto entre los valores negativos como entre los valores positivos, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$; test-t para muestras independientes).

	CONTROL			EXPERIMENTAL			COMP INTERGRUPO CONTROL-EXPERIMENTAL	
	NEGATIVO	POSITIVO	COMP INTRAGRUPPO NEGATIVO - POSITIVO	NEGATIVO	POSITIVO	COMP INTRAGRUPPO NEGATIVO - POSITIVO	NEGATIVO	POSITIVO
MASTICACIÓN	n; media	n; media	valor p	n; media	n; media	valor p	valor p	valor p
Ind Asime TA Galleta	6; -11,86	9; 10,49	0,78	7; -15,23	8; 18,21	0,687	0,492	0,263
Ind Asime TA Manzana	9; -13,31	6; 14,48	0,856	9; -12,62	6; 21,12	0,132	0,901	0,294
Ind Asime ECM Galleta	4; -15,64	11; 48,32	0,045 *	8; -18,11	7; 33,23	0,168	0,813	0,246
Ind Asime ECM Manzana	2; -37,04	13; 36,2	0,965	8; -19,49	7; 43,88	0,02 *	0,1	0,517
Ind Asime total Galleta	3; -11,43	12; 21,4	0,456	7; -14,41	8; 23,96	0,204	0,76	0,783
Ind Asime total Manzana	3; -17,58	12; 19,15	0,887	9; -11,83	6; 31,98	0,002 *	0,307	0,135
Ind Torque Galleta	10; -24,3	5; 7,42	0,02 *	6; -18,01	9; 11,75	0,492	0,51	0,388
Ind Torque Manzana	12; -21,41	3; 11,63	0,342	7; -20,97	8; 9,97	0,288	0,962	0,775
RECHINAMIENTO	n; media	n; media	valor p	n; media	n; media	valor p	valor p	valor p
Ind Asime TA Excentr	5; -22,13	10; 25,48	0,72	4; -29,71	11; 39	0,283	0,495	0,06
Ind Asime TA Concentr	7; -13,6	8; 20,31	0,283	5; -7,6	10; 22,31	0,023 *	0,341	0,718
Ind Asime ECM Excentr	8; -33,86	7; 49,6	0,322	11; -34,16	4; 19,75	0,087	0,978	0,108
Ind Asime ECM Concentr	8; -36,6	7; 39,77	0,829	10; -26,75	5; 27,12	0,973	0,396	0,407
Ind Asime total Excentr	7; -18,41	8; 30	0,332	5; -26,26	10; 19,84	0,323	0,524	0,194
Ind Asime total Concentr	6; -23,19	9; 13,17	0,325	6; -16,85	9; 15,97	0,896	0,59	0,647
Ind Torque Excentr	6; -26,04	9; 25,88	0,988	4; -8,79	11; 28,43	0,004 *	0,056	0,765
Ind Torque Concentr	7; -16,36	8; 23,42	0,462	2; -4,25	13; 14,73	0,302	0,251	0,263

Tabla II: Índices de asimetría y de torque, para temporales anteriores y esternocleidomastoideos, durante la masticación y el rechinar dentario, agrupado en dos categorías, por un lado los valores negativos y por otro los positivos. Comparaciones intragrupo de valores absolutos entre categorías con distinto signo e intergrupo entre categorías con igual signo

6.5 Comparación de los índices de asimetría y torque agrupados por valor y signo en cuatro categorías

La tabla III muestra la cantidad de sujetos y la media de cada índice estudiado en el grupo control y experimental, agrupados por signo y valor en cuatro categorías, las cuales son valores negativos menores o iguales a -18, valores negativos entre -18 y 0, valores positivos entre 0 y 18, y valores positivos mayores o iguales a 18. Esta separación se basa en que el signo indica la predominancia de la actividad muscular según el lado, mientras que el utilizar el valor 18 se fundamenta en el hecho que según la literatura (Ferrario y cols., 1993), se aceptan como índices de asimetría funcionales normales valores menores de 18%. Además se muestran las comparaciones entre el grupo control y experimental en cada categoría. En algunas de las categorías no se presentaron sujetos, por lo que en esos casos la comparación no fue aplicable.

En las comparaciones intergrupo se observaron diferencias estadísticamente significativas en el índice de asimetría total durante la masticación de galleta y el rechinamiento excéntrico en la categoría de valores negativos entre -18 y 0; en el índice de asimetría de los músculos temporales anteriores durante la masticación de manzana en la categoría de valores positivos entre 0 y 18; y en el índice de asimetría de los músculos esternocleidomastoideos durante el rechinamiento excéntrico en la categoría de valores positivos mayores o iguales a 18 (* $p < 0,05$; test-t para muestras independientes).

	CONTROL				EXPERIMENTAL				COMPARACIONES INTERGRUPO			
	NEGATIVO ≤ -18	NEGATIVO -17,9 a 0	POSITIVO 0 a 17,9	POSITIVO ≥ 18	NEGATIVO ≤ -18	NEGATIVO -17,9 a 0	POSITIVO 0 a 17,9	POSITIVO ≥ 18	NEGATIVO ≤ -18	NEGATIVO -17,9 a 0	POSITIVO 0 a 17,9	POSITIVO ≥ 18
MASTICACIÓN	n; media	n; media	n; media	n; media	n; media	n; media	n; media	n; media	valor p	valor p	valor p	valor p
Ind Asime TA Galleta	2; -18,73	4; -8,42	8; 7,45	1; 34,83	2; -27,03	5; -10,52	4; 6,14	4; 30,29	0,087	0,623	0,675	0,811
Ind Asime TA Manzana	2; -32,27	7; -7,89	4; 6,86	2; 29,72	3; -26,63	6; -5,61	3; 15,8	3; 26,45	0,378	0,367	0,021 *	0,646
Ind Asime ECM Galleta	1; -49,17	3; -4,47	1; 11,32	10; 52,02	4; -28,1	4; -8,11	2; 11,53	5; 41,91	0,185	0,317	0,985	0,467
Ind Asime ECM Manzana	2; -37,04	0	4; 11,17	9; 47,32	5; -27,6	3; -5,98	0	7; 43,88	0,179	no aplicable	no aplicable	0,77
Ind Asime total Galleta	1; -28,06	2; -3,11	8; 8,33	4; 47,55	2; -22,25	5; -11,28	5; 12,25	3; 43,48	0,26	0,042 *	0,222	0,721
Ind Asime total Manzana	2; -20,9	1; -10,94	8; 9,58	4; 38,27	2; -22,8	7; -8,69	0	6; 31,98	0,706	0,746	no aplicable	0,537
Ind Torque Galleta	6; -31,87	4; -12,95	4; 3,95	1; 21,31	2; -44,75	4; -4,64	7; 7,67	2; 26,02	0,637	0,06	0,099	0,658
Ind Torque Manzana	6; -33,9	6; -8,93	2; 4,45	1; 25,99	3; -44,12	4; -3,61	8; 9,97	0	0,363	0,074	0,294	no aplicable
RECHINAMIENTO	n; media	n; media	n; media	n; media	n; media	n; media	n; media	n; media	valor p	valor p	valor p	valor p
Ind Asime TA Excentr	3; -29,75	2; -10,72	5; 10,41	5; 40,56	3; -34,52	1; -15,28	0	11; 39	0,718	0,777	0	0,82
Ind Asime TA Concentr	3; -23,18	4; -6,42	3; 6,42	5; 28,65	1; -24,25	4; -3,44	4; 10,12	6; 30,44	0,864	0,49	0,383	0,27
Ind Asime ECM Excentr	5; -49,52	3; -7,75	3; 37,83	4; 58,44	9; -38,77	2; -13,42	1; 9,59	3; 23,14	0,23	0,43	0,672	0,008 *
Ind Asime ECM Concentr	6; -46,69	2; -6,33	2; 8,87	5; 52,13	6; -36,62	4; -11,95	2; 7,39	3; 40,28	0,458	0,188	0,899	0,412
Ind Asime total Excentr	3; -41,42	4; -1,16	2; 3,92	6; 38,7	4; -30	1; -11,27	5; 10,73	5; 28,96	0,35	0,005 *	0,102	0,189
Ind Asime total Concentr	2; -53,22	4; -8,18	7; 7,56	2; 32,82	3; -27,22	3; -6,47	5; 7,49	4; 26,58	0,103	0,611	0,977	0,738
Ind Torque Excentr	3; -40,4	3; -11,67	4; 6,25	5; 41,59	0	4; -8,79	4; 10,44	7; 38,71	no aplicable	0,591	0,327	0,673
Ind Torque Concentr	3; -28,42	4; -7,31	5; 11,47	3; 43,35	1; -6,98	1; -1,51	9; 7,03	4; 32,06	0,194	0,319	0,184	0,51

Tabla III: Índices de asimetría y de torque, para temporales anteriores y esternocleidomastoideos, durante la masticación y el rechinar dentario, agrupado en cuatro categorías, siendo éstos valores negativos menores o iguales a -18, valores negativos entre -18 y 0, valores positivos entre 0 y 18, valores positivos mayores o iguales a 18. Comparaciones intergrupo entre las mismas categorías

6.6 Comparación de los índices de asimetría y torque entre la masticación de galleta y de manzana y entre el rechinar excéntrico y concéntrico

La tabla IV muestra la diferencia de medias, desviación estándar y límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% de los índices de asimetría y de torque en cada grupo. También se observan las comparaciones entre la masticación de galleta y manzana, además de las comparaciones entre el rechinar excéntrico y concéntrico, tanto en el grupo control como en el grupo experimental.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los índices estudiados ($p > 0,05$; test-t para muestras dependientes).

	COMP MASTICACIÓN GALLETA - MANZANA					COMP RECHINAMIENTO EXCÉNTRICO - CONCÉNTRICO				
	DIFERENCIA	DE	IC		<i>valor p</i>	DIFERENCIA	DE	IC		<i>valor p</i>
	DE MEDIAS		INF	SUP		DE MEDIAS		INF	SUP	
CONTROL										
Ind Asime TA	3,74	12,57	-3,22	10,7	0,268	5,13	21,54	-6,8	17,05	0,372
Ind Asime ECM	4,83	23,43	-8,15	17,81	0,438	6,05	33,59	-12,55	24,66	0,497
Ind Asime Total	3,03	13,12	-4,23	10,3	0,385	8,78	21,46	-3,11	20,67	0,135
Ind Torque	1,08	14,78	-7,11	9,26	0,781	0,25	21,61	-11,71	12,22	0,964
EXPERIMENTAL										
Ind Asime TA	1,73	16,29	-7,29	10,75	0,688	8,34	36,88	-12,08	28,76	0,396
Ind Asime ECM	-4,23	25,46	-18,33	9,87	0,53	-10,99	30,1	-27,66	5,68	0,179
Ind Asime Total	0,36	19,28	-10,32	11,03	0,944	1,63	32,73	-16,5	19,75	0,85
Ind Torque	4,31	16,83	-5,01	13,63	0,338	6,3	18,44	-3,91	16,52	0,207

Tabla IV: Diferencia de medias de los índices de asimetría y de torque para temporales anteriores y esternocleidomastoideos, comparando dentro del mismo grupo (control y experimental) la masticación de galleta frente a manzana; y el rechinariento excéntrico frente al concéntrico.

6.7 Comparación de los índices de asimetría y torque entre la masticación de galleta y de manzana y entre el rechinamiento excéntrico y concéntrico agrupados por signo en dos categorías

La tabla V muestra la cantidad de sujetos y la media de cada índice estudiado en cada grupo, agrupados por signo en dos categorías, siendo estas las con signo negativo y las con signo positivo. Dentro de cada una de estas categorías se realizó una separación dependiendo del alimento utilizado durante la masticación (galleta o manzana) y del tipo de rechinamiento (excéntrico o concéntrico). Así como también, se muestran las comparaciones intragrupo de las medias con el mismo signo entre la masticación de galleta y manzana, y entre el rechinamiento excéntrico y concéntrico.

Solamente se observó una diferencia estadísticamente significativa en el índice de asimetría de los músculos esternocleidomastoideos entre los valores negativos durante el rechinamiento en el grupo experimental ($p < 0,05$; test de Wilcoxon).

	CONTROL					
	NEGATIVO		COMPARACIÓN NEGATIVO - NEGATIVO	POSITIVO		COMPARACIÓN POSITIVO - POSITIVO
	GALLETA	MANZANA		GALLETA	MANZANA	
MASTICACIÓN	n; media	n; media	valor p	n; media	n; media	valor p
Ind Asime TA	6; -11,86	9; -13,31	0,753	9; 10,49	6; 14,48	0,173
Ind Asime ECM	4; -15,64	2; -37,04	0,463	11; 48,32	13; 36,20	0,953
Ind Asime total	3; -11,43	3; -17,58	0,6	12; 21,40	12; 19,15	0,515
Ind Torque	10; -24,30	12; -21,41	0,345	5; 7,42	3; 11,63	0,374
	EXCÉNTRICO	CONCÉNTRICO		EXCÉNTRICO	CONCÉNTRICO	
RECHINAMIENTO	n; media	n; media	valor p	n; media	n; media	valor p
Ind Asime TA	5; -22,13	7; -13,60	0,753	10; 25,48	8; 20,31	0,515
Ind Asime ECM	8; -33,86	8; -36,60	0,345	7; 49,60	7; 39,77	0,314
Ind Asime total	7; -18,41	6; -23,19	0,6	8; 30,00	9; 13,17	0,26
Ind Torque	6; -26,04	7; -16,36	0,345	9; 25,88	8; 23,42	0,678
	EXPERIMENTAL					
	NEGATIVO		COMPARACIÓN NEGATIVO - NEGATIVO	POSITIVO		COMPARACIÓN POSITIVO - POSITIVO
	GALLETA	MANZANA		GALLETA	MANZANA	
MASTICACIÓN	n; media	n; media	valor p	n; media	n; media	valor p
Ind Asime TA	7; -15,23	9; -12,62	0,866	8; 18,21	6; 21,12	0,484
Ind Asime ECM	8; -18,11	8; -19,49	0,31	7; 33,23	7; 43,88	0,889
Ind Asime total	7; -14,41	9; -11,83	0,735	8; 23,96	6; 31,98	0,263
Ind Torque	6; -18,01	7; -20,97	0,128	9; 11,75	8; 9,97	0,575
	EXCÉNTRICO	CONCÉNTRICO		EXCÉNTRICO	CONCÉNTRICO	
RECHINAMIENTO	n; media	n; media	valor p	n; media	n; media	valor p
Ind Asime TA	4; -29,71	5; -7,60	0,866	11; 39,00	10; 22,31	0,05
Ind Asime ECM	11; -34,16	10; -26,75	0,018 *	4; 19,75	5; 27,12	0,674
Ind Asime total	5; -26,26	6; -16,85	0,612	10; 19,84	9; 15,97	0,069
Ind Torque	4; -8,79	2; -4,25	0,612	11; 28,43	13; 14,73	0,161

Tabla V: Índices de asimetría y de torque, para temporales anteriores y esternocleidomastoideos, durante la masticación y el rechinamiento dentario, agrupado en dos categorías, por un lado los valores negativos y por otro los positivos. Comparaciones intragrupo con igual signo entre masticación de galleta y manzana; y entre rechinamiento excéntrico y concéntrico.

7. DISCUSIÓN

7.1 Técnica de muestreo

La técnica de muestreo empleada corresponde a una del tipo no probabilístico de casos consecutivos. La elección de esta técnica para la presente investigación se justifica en que los criterios de inclusión y exclusión establecidos fueron variados y estrictos. Este tipo de muestreo está especialmente indicado cuando los sujetos son escasos y por tanto, difíciles de incluir en el estudio.

7.2 Factores técnicos de electromiografía de superficie

La electromiografía de superficie es una técnica científicamente aceptada, no invasiva y reproducible durante las distintas funciones musculares (Alarcón y cols., 2000). Diversas investigaciones (Gabriel, 2000; Ferrario y cols., 1991) han demostrado su fiabilidad en cuanto a su aplicación para el estudio funcional de la musculatura craneofacial.

Sin embargo, la EMG de superficie presenta algunos inconvenientes relacionados con la propia técnica. Es conocido que algunos parámetros relacionados con el voltaje son influenciados por muchos factores que incluyen el tamaño, ubicación y orientación de los electrodos, la composición y tamaño de la fibra muscular, el tipo de unidades motoras, el grosor del tejido subcutáneo y la resistencia eléctrica de la piel (Fueki y cols., 2009). Estos factores podrían causar variabilidad en el trabajo muscular y en el máximo voltaje obtenido.

Es importante señalar como factor inherente a la técnica el fenómeno de la diafonía (Türker, 1993) ya que en la dinámica mandibular durante la masticación de manzana, galleta y el rechinar dentario excéntrico y concéntrico, no sólo participan los músculos registrados en la presente investigación, sino que también otros músculos, como por ejemplo pterigoideos mediales y laterales, los cuales no fueron registrados debido a que para explorar dicha actividad se debe realizar un método invasivo (insertar electrodos de aguja) lo cual necesita una implementación diferente. Tampoco se registraron los músculos temporales medios y posteriores, maseteros, ni

músculos supra e infrahioideos, debido a que en el Laboratorio de Fisiología Oral se dispone solamente de cuatro canales de registro simultáneo online.

Muchos estudios critican el uso de la EMG en la investigación alegando que los resultados son conflictivos, posiblemente debido a los efectos de muchas variables (Suvinen y Kemppainen, 2007).

Todos estos factores descritos anteriormente pueden controlarse aplicando protocolos adecuados, que proporcionen la exactitud y reproducibilidad necesarias (Ferrario y cols., 1991; Castroflorio y cols., 2005). En la presente investigación se controlaron rigurosamente la mayor cantidad de factores asociados, siguiendo un protocolo estandarizado. De esta manera, la EMG provee un método eficiente de análisis del sistema estomatognático con buena reproducibilidad (Ceneviz y cols., 2006).

7.3 Agrupación de datos según sexo y consideración en rechinar

En el presente estudio, los registros EMG de hombres y mujeres fueron agrupados y analizados en conjunto. Ueda y cols. (1998) encontraron que no existen diferencias significativas en la actividad EMG del músculo temporal, masetero y digástrico entre hombres y mujeres, tras tres horas de registro diario. Asimismo Ferrario y cols. (1993), no encontraron diferencias por género en los índices de asimetría por lo que realizaron los cálculos de los índices no considerando el sexo.

Un aspecto importante a mencionar es que la actividad EMG durante el rechinar dentario fue registrada mientras los sujetos se encontraban despiertos porque recientemente se ha demostrado que en vigilia, los sujetos no sólo realizan apretamiento, sino también rechinan sus dientes (Klasser y cols., 2010; Carra y cols., 2011).

7.4 Elección de musculatura estudiada y limitaciones bibliográficas

El músculo temporal anterior es a menudo escogido para su análisis debido a encontrarse en la superficie y por ser accesible para el examen por EMG de superficie (Ferrario y cols., 2006). Blanksma y van Eijden (1995) al realizar EMG con electrodos de aguja observaron que la zona anterior del músculo temporal mostró un significativo mayor pico de actividad que la zona posterior durante la masticación.

Relaciones oclusales alteradas y las posiciones de la mandíbula han sido reportadas como causantes de afectar también la musculatura cervical, al menos en algunos individuos (Santander y cols., 1994). Asimismo, no sólo los movimientos de la cabeza y el cuello son concomitantes con la apertura mandibular y cierre, sino también modificaciones en la posición de la cabeza parecen influenciar la trayectoria de los movimientos mandibulares y modificar la actividad de los músculos mandibulares (Ormeño y cols., 1997). Todo esto hace relevante la exploración de la actividad EMG en un par de músculos representantes de la musculatura cervical como son los músculos esternocleidomastoideos.

Existen pocas investigaciones que estudien los índices de asimetría y torque que involucren el músculo temporal anterior durante la masticación o el rechinar y menos aun con la presencia de interferencias oclusales naturales, encontrando en su mayoría aquellos donde se realiza apretamiento dentario y en sujetos con trastornos temporomandibulares o con mordida cruzada posterior, donde a los cuales se les evalúa la eficacia de distintos tratamientos como dispositivos interoclusales, a través del cambio en ambos índices. Este hecho es más dramático en el músculo esternocleidomastoideo, ya que existen escasos estudios que evalúen estos índices en una muestra con similares características a la nuestra, además de no existir investigaciones que evalúen el índice de torque considerando conjuntamente éste músculo con la musculatura mandibular.

7.5 Elección de alimentos utilizados

El escoger como alimentos del presente trabajo a la galleta y la manzana se debe a que ambos son comunes en la dieta de consumo habitual, sin embargo uno de ellos es de procesamiento industrial (galleta) mientras que el otro es natural (manzana).

La galleta ha sido utilizada en diversos artículos debido a su versatilidad y aceptación, siendo utilizada incluso para la evaluación de la habilidad masticatoria en pacientes con parálisis cerebral (Remijn y cols., 2013).

Por su parte Moller (1966) relata que la manzana es escogida para los experimentos durante masticación porque éstas permiten a los dientes alcanzar un contacto temprano en el proceso de la masticación y durante la mayoría de los golpes masticatorios. Por lo tanto, cuando se mastica manzana se consigue la formación de un bolo homogéneo, lo cual es prerequisite si se espera una relación cuantitativa entre la fuerza de masticación y la actividad EMG (Ahlgren y Owall, 1970).

7.6 Comparación intergrupo de los índices netos

El análisis de los datos muestra que no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los **índices de asimetría parciales y totales** para temporales anteriores y esternocleidomastoideos, tanto durante la masticación de galleta como de manzana entre el grupo control y experimental (tabla I). Este resultado es relevante debido a que implica que la interferencia oclusal molar natural mediotrusiva no produce un cambio significativo en la actividad EMG.

Naeije y cols. (1989), encontraron que la asimetría en la actividad muscular depende del grado de apretamiento. A bajos niveles, la actividad del temporal tiende a dominar. La asimetría aumentaba cuando disminuía la fuerza de contracción del masetero y temporal anterior.

Ferrario y cols. (1993) encontraron que los sujetos presentaban mayor asimetría cuando la actividad requerida para la función era menor, siendo en términos absolutos,

el valor medio de asimetría es en promedio mayor durante el reposo que durante el máximo apretamiento.

McCarroll y cols. (1989) relataron que en el músculo temporal anterior existe una correlación positiva entre el patrón de asimetría muscular durante masticación y apretamiento al investigarlos al 50% de su máxima contracción voluntaria. Sin embargo, no es fácilmente generalizable el apretamiento dentario isométrico con la función masticatoria. De acuerdo con un estudio (Pröschel y cols., 2008), diferencias en las activaciones relativas musculares pueden atribuirse a diferencias en el grado de apertura mandibular bajo los cuales el apretamiento y la masticación fueron desarrollados.

Ferrario y cols. (1999b) afirman que maloclusiones asimétricas, producen una alteración en la coordinación neuromuscular, con patrones musculares anormales en los músculos masticatorios.

Por su parte Li y cols. (2008) al evaluar el efecto de una interferencia oclusal artificial unilateral encontraron que la actividad bilateral de los músculos temporales anteriores se volvió más asimétrica durante el apretamiento.

Blanksma y van Eijden (1995) reportaron que el temporal anterior está más involucrado en la latero desviación de la mandíbula que en la acción de cierre.

En nuestro caso no se midió el grado de latero desviación mandibular, por lo que posiblemente la desviación mandibular provocada por la presencia de una interferencia oclusal mediotrusiva era muy pequeña para repercutir en la actividad EMG de los músculos temporales anteriores.

Para los músculos esternocleidomastoideos, Ferrario y cols. (2003) investigaron el efecto de una interferencia oclusal artificial durante el apretamiento en MIC, encontrando un cambio en el patrón muscular de simétrico antes de la colocación de la interferencia a asimétrico tras la inserción de ésta.

Estas diferencias con lo encontrado por nosotros, podría explicarse porque en el artículo recién citado los sujetos no presentaban un periodo de adaptación a la nueva interferencia artificial, cambiando drásticamente la información de las aferencias

periféricas y por lo tanto afectando el equilibrio muscular; mientras que en nuestro caso los sujetos presentaban una interferencia natural sin mostrar signos ni síntomas relacionados con esta característica oclusal.

La inexistencia de diferencias estadísticamente significativas de los índices de asimetría durante la masticación de galleta y manzana, así como durante el rechinamiento excéntrico y concéntrico entre el grupo control y experimental, probablemente se debe principalmente a que durante estas funciones existe un predominio del control suprasegmentario (Hellsing, 1980) por sobre las aferencias periféricas (interferencia oclusal) en el pool de motoneuronas que controlan la actividad de los músculos temporales anteriores y esternocleidomastoideos. Estos resultados son razonables si se considera que los sujetos con interferencia oclusal molar natural mediotrusiva eran adaptados, debido a que éstos no presentaban dolor muscular ni dolor en sus articulaciones temporomandibulares. Se podría especular que probablemente se observarían diferencias estadísticamente significativas en la actividad EMG, si es que se hubiese sobrepasado su capacidad de adaptación y los sujetos presentaran dolor muscular y/o articular, debido a la presencia de una interferencia oclusal. Esto implica la necesidad de realizar dicho estudio próximamente para dilucidar esta interrogante.

Cabe destacar el hecho que independientemente del tipo de alimento, los índices de asimetría de los músculos temporales anteriores presentaron valores mayores en el grupo experimental, a diferencia de los índices de asimetría para los músculos esternocleidomastoideos, donde se observan valores mayores en el grupo control. Éstos últimos al ser de mayor magnitud hacen que los índices de asimetría totales tengan valores más altos en el grupo control. Este patrón se repite casi idénticamente durante el rechinamiento, excepto en el índice de asimetría total durante el rechinamiento concéntrico.

Estas diferencias, si bien no son significativas, nos podrían indicar que la interferencia oclusal mediotrusiva provoca ligeros cambios en la actividad EMG y afecta en forma diferenciada a la musculatura mandibular y cervical.

Otro aspecto importante es que en los índices de asimetría parciales durante la masticación se observa un predominio del lado de trabajo durante la masticación en

ambos músculos, mientras que durante el rechinar el músculo esternocleidomastoideo presenta un predominio del lado de no trabajo.

El análisis de los resultados muestra que no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los **índices de torque** para temporales anteriores y esternocleidomastoideos entre el grupo control y experimental, tanto durante la masticación de galleta y de manzana como durante el rechinar excéntrico y concéntrico (tabla I). No existen estudios previos que nos permitan contrastar estos resultados.

Cabe recordar que el índice de torque es calculado para evaluar el valor relativo de dos pares musculares conformados por el músculo temporal anterior de un lado y el músculo esternocleidomastoideo contralateral, esto es el temporal anterior del lado de trabajo y el esternocleidomastoideo del lado de no trabajo (par lado de trabajo), y el temporal anterior del lado de no trabajo y el esternocleidomastoideo del lado de trabajo (par lado de no trabajo). Si ambos pares no se encuentran contrabalanceados, la fuerza resultante puede provocar un cambio en la postura de la cabeza hacia el lado del par predominante.

Ferrario y cols. (2006) estudiaron la carga cervical del músculo esternocleidomastoideo registrada durante máximo apretamiento voluntario en MIC en relación a su condición de máxima contracción (rotación contralateral del cuello contra resistencia), obteniendo valores entre el 13,7 y 23,5%; lo cual indica el grado de co-contracción del músculo cervical estudiado con la musculatura elevadora mandibular durante el apretamiento dentario.

El índice de torque durante la masticación mostró un predominio del par muscular del lado de no trabajo, mientras que durante el rechinar se observa una preponderancia del par del lado de trabajo. Esto podría indicarnos que la función realizada podría tener mayor injerencia en la determinación del patrón muscular que el hecho de poseer una interferencia oclusal mediotrusiva.

Lu y Bishop (1996) señalan que existe una amplia variabilidad en los patrones de la actividad muscular durante determinadas condiciones dinámicas cervicales.

7.7 Comparación intergrupo de los índices según su signo y valor

Los índices de asimetría (tanto el total, considerando ambos grupos musculares, como los dos parciales, considerando cada músculo por separado) oscilan entre -100% y +100%, indicando los valores negativos una predominancia de los músculos del lado de no trabajo y los valores positivos una predominancia de los músculos del lado de trabajo.

Sin embargo, en este segundo análisis, se prescindió de los signos, se calculó y analizó el valor absoluto de los mismos, para evitar las anulaciones posibles de los signos positivos y negativos en la magnitud de los parámetros estudiados (Ferrario y cols., 1993).

Al analizar los resultados entre el grupo control y el grupo experimental tras la separación de los índices en **dos categorías**, agrupando los sujetos con índices positivos y aquellos con índices negativos (tabla II), se observa que no existen diferencias significativas entre los valores negativos ni tampoco entre los valores positivos.

Lo anterior nos puede indicar que la interferencia oclusal mediotrusiva no provoca un cambio relevante en la actividad EMG que afecte la simetría muscular y torque, independiente del lado predominante durante la función.

Este resultado no concuerda con Ferrario y cols. (2006), quien observó un cambio inmediato en el patrón del músculo esternocleidomastoideo de simétrico a asimétrico tras la inserción de una interferencia oclusal artificial. Esta discrepancia puede fundamentarse en que la interferencia experimental fue situada en distintas posiciones para su apretamiento (caninos y primeros molares superiores), que aunque los autores eliminaron los índices extremos, está demostrado que la actividad EMG se ve influenciada por la localización de los contactos dentarios (Wang y cols., 2009).

El análisis de los índices entre el grupo control y experimental, separados en **cuatro categorías** de acuerdo a su valor, considerando como simetría funcional grados de asimetría menores al 18%, muestran que en general la presencia de una interferencia oclusal no provoca cambios significativos en los índices estudiados (tabla III).

Esto se puede interpretar como que el poseer una interferencia oclusal molar mediotrusiva no implica necesariamente un desbalanceo o pérdida del equilibrio muscular mandibular y/o cervical, independientemente del posible grado de asimetría muscular o del cambio de postura de la cabeza.

Es relevante señalar que la cantidad de sujetos con los que se calculó la media en cada subgrupo de comparación es muy pequeña, por lo que estos resultados deben ser analizados con precaución.

7.8 Comparación intragrupo de los índices según su signo y valor

Se realizaron comparaciones intragrupo para evaluar la magnitud de los índices estudiados sin tener en cuenta el lado predominante, por esto tras la separación de los valores en **dos categorías**, por un lado los negativos y por otro los positivos, a los primeros se les aplicó la función de valor absoluto (tabla II).

Se observa que en general no existen diferencias en cuanto a la magnitud tanto en el grupo control como en el experimental, lo cual puede ser explicado porque todos los sujetos estudiados presentan un patrón de masticación unilateral alternado, lo que genera un mayor equilibrio muscular.

Esto concuerda con Moller (1966) quien al estudiar la actividad EMG durante la masticación encontró en el músculo temporal anterior una actividad balanceada en el lado contralateral.

Asimismo, Rilo y cols. (1998) señalan que aunque existe el predominio del lado de trabajo en la musculatura elevadora mandibular durante la función, esta predominancia no es absoluta, además de remarcar el importante papel estabilizador del lado de no trabajo.

Al analizar los valores de los índices de asimetría, de acuerdo a las agrupaciones realizadas (tabla II), podemos observar que en ambos grupos el promedio de los índices que presentan predominancia de valores positivos como también los de predominancia de valores negativos son superiores al 18%, tanto en masticación como en

rechinamiento; excepto en el grupo control y experimental durante la masticación en los sujetos con predominio de valores negativos. Sin embargo con estos resultados no es posible conocer si ese predominio de valores sobre el 18% se debe a la magnitud de los valores obtenidos, a una cantidad desigual de los sujetos que componen cada subgrupo o ambas, debido a que en cada agrupación se encuentran juntos los sujetos simétricos y los asimétricos.

Para esclarecer este interrogante se procedió a realizar la separación de los índices en las cuatro categorías ya descritas anteriormente (tabla III) y promediar los valores absolutos agrupándolos entre simétricos y asimétricos. Observamos que los valores menores al 18% se encuentran en promedio cercanos al 8,5%, mientras que los mayores al 18% se encuentran en promedio cercanos al 35%; es decir, los índices con valores asimétricos se encuentran mucho más lejanos del 18% que los valores simétricos.

En el mismo sentido, al sumar la cantidad de sujetos por grupo, separándolos entre simétricos y asimétricos en cada índice de asimetría (tabla III), también se evidencia que tanto en el grupo control como experimental, la mayoría de los sujetos presentan valores mayores al 18% en sus índices de asimetría (5 índices de asimetría con preponderancia de sujetos con valores menores al 18% y 7 índices de asimetría con preponderancia de sujetos con valores mayores al 18%).

También se observa una distinta distribución de la cantidad de sujetos dependiendo de la función realizada. En el grupo control de los 5 índices con predominio simétrico, 4 de éstos se presentan durante la masticación; mientras que de los 7 índices con predominio asimétrico, 5 de éstos son durante el rechinamiento. Por su parte en el grupo experimental, de los 5 índices con predominio simétrico, 3 de éstos se presentan durante la masticación, mientras que de los 7 índices con predominio asimétrico, 4 de éstos son durante el rechinamiento. Esta diferencia se manifiesta porque los índices de asimetría divididos en dos categorías que presentaron promedios inferiores al 18% como se relató anteriormente, se presentaron precisamente durante la masticación en el grupo control y experimental en los sujetos con predominio de valores negativos.

Podríamos explicar estas diferencias dependiendo de la condición basados en que la masticación, al ser una actividad funcional aprendida y repetitiva realiza un movimiento rítmico básico con predominio de control suprasegmentario (Hellsing, 1980), en contraste con lo que ocurre durante el rechinar que no es una actividad habitual para los sujetos de esta muestra, poseyendo un mayor componente voluntario y alerta a los contactos dentarios para realizar la actividad, encontrándose la musculatura no adaptada para estos fines, traduciéndose en un mayor grado de desbalanceo. Lo anteriormente expuesto se verifica claramente en el músculo temporal anterior, donde la variabilidad de sus datos es mucho menor durante la masticación que durante el rechinar.

Asimismo, podemos observar que estas discrepancias de los índices de asimetría entre la masticación y el rechinar son menores en el grupo experimental, probablemente dado porque la interferencia oclusal brindaría algún grado de mayor estabilidad oclusal durante el movimiento.

Para evaluar la magnitud de la posible resultante de fuerza que actuaría sobre la mandíbula y la cabeza con un efecto de cambio en su postura, en los índices de torque se realizaron las mismas comparaciones y divisiones en subgrupos que para los índices de asimetría.

Al realizar la separación en dos categorías (tabla II) y analizar sus valores promedio, se observa en ambos grupos que el promedio de los índices de torque que presentan predominancia de valores positivos son superiores al 18% en rechinar e inferiores al 18% durante la masticación. Por su parte los índices con predominancia de valores negativos son superiores al 18% durante la masticación en ambos grupos y durante el rechinar en el grupo control, mientras que son inferiores al 18% durante el rechinar en el grupo experimental.

Tras efectuar la separación de los índices en cuatro categorías (tabla III), y promediar los valores absolutos agrupándolos entre sin cambio de la postura de la cabeza y con cambio de la postura de la cabeza de acuerdo a su valor, se observa que los valores menores al 18% se encuentran en torno al 7,5%, mientras que los mayores al 18% se encuentran en torno al 28,5%; en otras palabras, los índices con valores sin

cambio de la postura de la cabeza y los índices con valores con cambio de la postura de la cabeza se encuentran casi a la misma distancia del 18%.

Al sumar la cantidad de sujetos en cada grupo, separándolos en sin cambio de la postura de la cabeza y con cambio de la postura de la cabeza (tabla III), también se observa que en el grupo control y experimental, la mayoría de los sujetos presentan valores menores al 18% en sus índices de torque. El grupo control presentó 3 índices de torque con predominancia de sujetos con valores menores al 18% y sólo 1 con predominancia de sujetos con valores mayores al 18%, mientras que el grupo experimental presentó los 4 índices estudiados con predominio de sujetos con valores menores al 18%.

Después de realizar la separación de acuerdo a la función realizada, se aprecia que en el grupo control de los 3 índices con predominio sin cambio de la postura de la cabeza, 2 se presentaron durante la masticación; mientras que los 4 índices con predominio con cambio de la postura de la cabeza se distribuyeron igualmente entre la masticación y el rechinar. Todo esto nos muestra que ambas parejas musculares (par lado de trabajo y par lado de no trabajo) se encuentran en un estado de balanceo biomecánico, debido a que ambos pares musculares deben siempre trabajar de manera coordinada para mantener la postura correcta de la cabeza, relacionada con funciones tan importantes como el equilibrio (Lopez y Blanke, 2011) y la mantención del plano visual, muy relevante en el presente trabajo ya que a los sujetos se les solicitó mantener sus ojos abiertos durante la realización de los registros EMG.

Es importante no olvidar la contribución del músculo masetero (no registrado en el presente estudio) en la obtención de dicho patrón electromiográfico, así como también la influencia de los mecanorreceptores periodontales y los propioceptores de las articulaciones temporomandibulares.

7.9 Comparación intragrupo en masticación y rechinamiento

Se realizaron comparaciones de los índices netos y separados de acuerdo a su signo entre la masticación de galleta y manzana, así como entre el rechinamiento excéntrico y concéntrico (tablas IV y V).

En ambos grupos no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los índices de asimetría y torque entre la masticación de galleta y de manzana, excepto en una comparación de valores negativos durante el rechinamiento.

No es posible contrastar estos resultados en sujetos sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva o con ésta, debido a que el presente estudio es el primero en el cual se realiza esta comparación.

En masticación los artículos no han estudiado los índices de asimetría y torque, sino que la mayoría han comparado otros parámetros y con alimentos con consistencias muy distintas. Por ejemplo Farella y cols. (2008) observaron una diferencia significativa en la actividad muscular entre masticación de alimento duro y blando y señalaron que existe una diferencia en el número de ciclos masticatorios al masticar alimentos secos y húmedos. En nuestro estudio no medimos la dureza de la galleta y la manzana, ni tampoco la diferencia en humedad entre ambos alimentos.

En el rechinamiento no existen publicaciones conocidas que estudien los índices de asimetría y torque, siendo también muy escasa la información que compare la actividad EMG durante el movimiento excéntrico y concéntrico.

Gutiérrez y cols. (2010) estudiaron la actividad EMG de los temporales anteriores en sujetos sanos sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva durante estas dos condiciones, encontrando diferencias entre el lado de trabajo y el lado de no trabajo durante el rechinamiento excéntrico, sin embargo esta diferencia no se observó durante el rechinamiento concéntrico.

Estos resultados se pueden explicar porque durante la masticación probablemente no existió una diferencia tan amplia entre los grados de dureza de ambos alimentos sino mas bien en su porcentaje de humedad, lo que incidió más importantemente en la cantidad de ciclos masticatorios, no analizados en el presente

estudio. Mientras que en el rechinar dentario, el hecho de ser una parafunción no habitual en los sujetos de nuestra muestra y además solicitarles su realización en forma vigorosa, esto pudo resultar en miedo a una fractura dentaria y/o dolor, actuando como una retroalimentación negativa en el desarrollo de ese máximo esfuerzo, lo que podría tender a provocar un balanceo de actividad muscular. Ese fenómeno también lo describieron van Steenberghe y de Vries (1978) al solicitar en su investigación la realización de máximo apretamiento voluntario.

Nuestros resultados demuestran que la existencia de una interferencia oclusal molar natural mediotrusiva no necesariamente provoca una alteración de los patrones y simetría muscular. Asimismo, que la función o parafunción realizada podría tener más influencia en los cambios en la actividad muscular que una interferencia oclusal mediotrusiva. En un estudio publicado el presente año (Fuentes y cols., 2013), se mostró el cambio en los patrones de actividad EMG de la musculatura mandibular y cervical durante el rechinar dentario en el plano sagital, dependiendo del movimiento mandibular realizado.

Finalmente, los hallazgos del presente trabajo permiten un mejor entendimiento del funcionamiento de la UCCM y soportan la idea de una integración funcional, basado en un mecanismo de co-activación entre la musculatura mandibular y cervical.

Estos resultados son aplicables solamente a sujetos sanos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva. No es posible extrapolarlos a pacientes con o sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva que presenten trastornos temporomandibulares y/o dolor miofascial.

Por todo lo antes mencionado, sería interesante plantear las siguientes sugerencias:

- Medir el grado de desviación mandibular en sujetos con interferencia oclusal molar natural mediotrusiva y relacionar su magnitud con alteraciones en la asimetría muscular.

- Registrar la actividad EMG en sujetos con interferencia oclusal molar natural mediotrusiva que presenten trastornos temporomandibulares y/o dolor miofascial y contrastar los resultados con los observados en el presente estudio.
- Ampliar este conocimiento replicando el modelo en otras cadenas musculares que integran la UCCM.
- Realizar un estudio que permita evaluar la influencia de alteraciones psicológicas dentro del contexto psicosocial (estrés, ansiedad, depresión) en el patrón de actividad EMG durante la masticación y el rechinar dentario, en sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva.

8. CONCLUSIONES

1. Al comparar los **índices de asimetría** netos para los músculos temporales anteriores y esternocleidomastoideos, no se observaron diferencias estadísticamente significativas **entre sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva**, durante la masticación y el rechinar dentario. Lo mismo se observó al realizar las comparaciones de los índices separados en positivos y negativos entre categorías con igual signo. El análisis de los mismos índices separados en cuatro categorías de acuerdo su signo y valor muestra que no existieron diferencias significativas.
2. El análisis de los **índices de asimetría** mostró que no existen diferencias significativas **entre la masticación de galleta y manzana**, en sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva, tras la comparación de los índices netos o divididos en dos categorías según su signo.
3. No se encontraron diferencias significativas en los **índices de asimetría** estudiados **entre el rechinar excéntrico y concéntrico**, en sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva, tras comparar los índices netos o separados por signo en dos categorías.
4. Al analizar los **índices de torque**, no se observaron diferencias significativas **entre sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva**, durante la masticación y el rechinar dentario. Se observó lo mismo al realizar las comparaciones de los índices separados en positivos y negativos entre categorías con igual signo. El análisis de los mismos índices agrupados en cuatro categorías de acuerdo su signo y valor muestra que no existieron diferencias significativas.
5. El análisis de los **índices de torque** reveló que no existen diferencias significativas **entre la masticación de galleta y manzana**, en sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva, tras comparar los índices netos o separados en dos categorías de acuerdo a su signo.
6. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en los **índices de torque** estudiados **entre el rechinar excéntrico y concéntrico**, en sujetos con y sin interferencia oclusal molar natural mediotrusiva, tras la comparación de los índices netos o divididos por signo en dos categorías.

9. BIBLIOGRAFÍA

Agrawal KR, Lucas PW, Bruce IC, Prinz JF. Food properties that influence neuromuscular activity during human mastication. *J Dent Res*. 1998; 77:1931-8.

Ahlberg J, Lobbezoo F, Ahlberg K, Manfredini D, Hublin C, Sinisalo J, Könönen M, Savolainen A. Self-reported bruxism mirrors anxiety and stress in adults. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2013; 18(1):e7-11.

Ahlgren J, Owall B. Muscular activity and chewing force: a polygraphic study of human mandibular movements. *Arch Oral Biol*. 1970; 15(4):271-80.

Alarcón JA, Martín C, Palma JC. Effect of unilateral posterior crossbite on the electromyographic activity of human masticatory muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000; 118(3):328-34.

Alexander GE, Crutcher MD. Functional architecture of basal ganglia circuits: neural substrates of parallel processing. *Trends Neurosci*. 1990; 13(7):266-71.

Andrade Ada S, Gameiro GH, Derossi M, Gavião MB. Posterior crossbite and functional changes. A systematic review. *Angle Orthod*. 2009; 79(2):380-6.

Aneiros-López F, Ardizzone García I, Sánchez S, Martínez RJM, García GFA. Estudio de la asimetría muscular mediante registros electromiográficos en disfunción craneomandibular. *Rev Inter Prótesis Estomatol*. 2002; 4(5), 327-333

Armijo-Olivo S, Magee DJ. Electromyographic activity of the masticatory and cervical muscles during resisted jaw opening movement. *J Oral Rehabil*. 2007; 34:184-94.

Ash MM, Ramfjord S. Occlusion. Cuarta edición. Editorial W.B. Saunders Company; 1995.

Baba K. Influences of balancing-side interference on jaw function. *Kokubyo Gakkai Zasshi*. 1991; 58:118-37.

Baba K, Ai M, Mizutani H, Enosawa S. Influence of experimental occlusal discrepancy on masticatory muscle activity during clenching. *J Oral Rehabil*. 1996; 23(1):55-60.

Baba K, Yugami K, Akishige S, Ai M. Immediate effect of occlusal contact pattern in lateral jaw position on the EMG activity in jaw-elevator muscles in humans. *Int J Prosthodont*. 2000; 13(6):500-5.

Bakke M, Møller E. Distortion of maximal elevator activity by unilateral premature tooth contact. *Scand J Dent Res*. 1980; 88(1):67-75.

- Basmajian JV. Control of individual motor units. *Am J Phys Med*. 1967; 46(1):480-6.
- Behr M, Hahnel S, Faltermeier A, Bürgers R, Kolbeck C, Handel G, Proff P. The two main theories on dental bruxism. *Ann Anat*. 2012; 194(2):216-9.
- Belser UC, Hannam AG. The contribution of the deep fibers of the masseter muscle to selected tooth-clenching and chewing tasks. *J Prosthet Dent*. 1986; 56(5):629-35.
- Bhutada MK, Phanachet I, Whittle T, Peck CC, Murray GM. Activity of superior head of human lateral pterygoid increases with increases in contralateral and protrusive jaw displacement. *Eur J Oral Sci*. 2007; 115(4):257-64.
- Blanksma NG, van Eijden TM. Electromyographic heterogeneity in the human temporalis and masseter muscles during static biting, open/close excursions, and chewing. *J Dent Res*. 1995; 74(6):1318-27.
- Boom HPW, van Spronsen PH, van Ginkel FC, van Schijndel RA, Castelijns JA, Tuinzing DB. A comparison of human jaw muscle cross-sectional area and volume in long- and shortface subjects, using MRI. *Arch Oral Biol*. 2008; 53:273-81.
- Botelho AL, Silva BC, Gentil FH, Sforza C, da Silva MA. Immediate effect of the resilient splint evaluated using surface electromyography in patients with TMD. *Cranio*. 2010; 28(4):266-73.
- Botelho AL, Gentil FH, Sforza C, da Silva MA. Standardization of the electromyographic signal through the maximum isometric voluntary contraction. *Cranio*. 2011; 29(1):23-31.
- Camparis CM, Siqueira JT. Sleep bruxism: clinical aspects and characteristics in patients with and without chronic orofacial pain. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006; 101(2):188-93.
- Campillo MJ, Miralles R, Santander H, Valenzuela S, Fresno MJ, Fuentes A, Zúñiga C. Influence of laterotrusive occlusal scheme on bilateral masseter EMG activity during clenching and grinding. *Cranio*. 2008; 26:263-73.
- Carra MC, Huynh N, Morton P, Rompré PH, Papadakis A, Remise C, Lavigne GJ. Prevalence and risk factors of sleep bruxism and wake-time tooth clenching in a 7- to 17-yr-old population. *Eur J Oral Sci*. 2011; 119(5):386-94.
- Castroflorio T, Icardi K, Torsello F, Deregibus A, Debernardi C, Bracco P. Reproducibility of surface EMG in the human masseter and anterior temporalis muscle areas. *Cranio*. 2005; 23(2):130-7.

Castroflorio T, Bracco P, Farina D. Surface electromyography in the assessment of jaw elevator muscles. *J Oral Rehabil.* 2008; 35(8):638-45.

Ceneviz C, Mehta NR, Forgione A, Sands MJ, Abdallah EF, Lobo Lobo S, Mavroudi S. The immediate effect of changing mandibular position on the EMG activity of the masseter, temporalis, sternocleidomastoid, and trapezius muscles. *Cranio.* 2006; 24(4):237-44.

Christensen LV, Rassouli NM. Experimental occlusal interferences. Part I. A review. *J Oral Rehabil.* 1995a; 22(7):515-20.

Christensen LV, Rassouli NM. Experimental occlusal interferences. Part II. Masseteric EMG responses to an intercuspal interference. *J Oral Rehabil.* 1995b; 22:521-31.

Ciuffolo F, Manzoli L, Ferritto AL, Tecco S, D'Attilio M, Festa F. Surface electromyographic response of the neck muscles to maximal voluntary clenching of the teeth. *J Oral Rehabil.* 2005; 32(2):79-84.

Clark GT, Browne PA, Nakano M, Yang Q. Co-activation of sternocleidomastoid muscles during maximum clenching. *J Dent Res.* 1993; 72(11):1499-502.

Clark GT, Tsukiyama Y, Baba K, Watanabe T. Sixty-eight years of experimental occlusal interference studies: what have we learned? *J Prosthet Dent.* 1999; 82(6):704-13.

Clark JR, Evans RD. Functional occlusion: I. A review. *J Orthod.* 2001; 28(1):76-81.

Clayton JA. Occlusion and Prosthodontics. *Dent Clin North Am.* 1995; 39:313-33.

Dawson, PE. Functional Occlusion. En: *TMJ to Smile Design*. Editorial Mosby Elsevier, St. Louis, Missouri, Capítulo 28, Bruxism. 2007. p. 333-342.

Eriksson PO, Häggman-Henrikson B, Nordh E, Zafar H. Co-ordinated mandibular and head-neck movements during rhythmic jaw activities in man. *J Dent Res.* 2000; 79(6):1378-84.

Farella M, Palla S, Erni S, Michelotti A, Gallo LM. Masticatory muscle activity during deliberately performed oral tasks. *Physiol Meas.* 2008; 29(12):1397-410.

Fernandes G, Franco AL, Siqueira JT, Gonçalves DA, Camparis CM. Sleep bruxism increases the risk for painful temporomandibular disorder, depression and non-specific physical symptoms. *J Oral Rehabil.* 2012; 39(7):538-44.

Ferrario VF, Sforza C, D'Addona A, Miani A Jr. Reproducibility of electromyographic measures: a statistical analysis. *J Oral Rehabil.* 1991; 18(6):513-21.

Ferrario VF, Sforza C, Miani A Jr, D'Addona A, Barbini E. Electromyographic activity of human masticatory muscles in normal young people. Statistical evaluation of reference values for clinical applications. *J Oral Rehabil.* 1993; 20(3):271-80.

Ferrario VF, Sforza C. Coordinated electromyographic activity of the human masseter and temporalis anterior muscles during mastication. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104(5-6):511-7.

Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Colombo A, Schmitz JH. The effects of a single intercuspal interference on electromyographic characteristics of human masticatory muscles during voluntary teeth clenching. *Cranio.* 1999a; 17:184-8.

Ferrario VF, Sforza C, Serrao G. The influence of crossbite on the coordinated electromyographic activity of human masticatory muscles during mastication. *J Oral Rehabil.* 1999b; 26(7):575-81.

Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V. An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. *J Oral Rehabil.* 2000; 27(1):33-40.

Ferrario VF, Sforza C, Dellavia C, Tartaglia GM. Evidence of an influence of asymmetrical occlusal interferences on the activity of the sternocleidomastoid muscle. *J Oral Rehabil.* 2003; 30(1):34-40.

Ferrario VF, Sforza C, Zanotti G, Tartaglia GM. Maximal bite forces in healthy young adults as predicted by surface electromyography. *J Dent.* 2004; 32(6):451-7.

Ferrario VF, Tartaglia GM, Galletta A, Grassi GP, Sforza C. The influence of occlusion on jaw and neck muscle activity: a surface EMG study in healthy young adults. *J Oral Rehabil.* 2006; 33:341-8.

Forrester SE, Presswood RG, Toy AC, Pain MTG. Occlusal measurement method can affect SEMG activity during occlusion. *J Oral Rehabil.* 2011; 38:655-60.

Foster KD, Woda A, Peyron MA. Effect of texture of plastic and elastic model foods on the parameters of mastication. *J Neurophysiol.* 2006; 95(6):3469-79.

Frigo C, Shiavi R. Applications in movement and gait analysis. En: *Electromyography: physiology, engineering and noninvasive applications*. Editorial Hoboken: Wiley inter-science; 2004. p. 381-97.

Fueki K, Yoshida E, Sugiura T, Igarashi Y. Comparison of electromyographic activity of jaw-closing muscles between mixing ability test and masticatory performance test. *J Prosthodont Res.* 2009; 53(2):72-7.

Fuentes AD, Martínez K, Miralles R, Gutiérrez MF, Santander H, Fresno MJ, Valenzuela S. Electromyographic activity during awake tooth grinding tasks at different jaw posture in the sagittal plane. *Acta Odontol Scand*. 2013; 71(3-4):917-22.

Gabriel DA. Reliability of SEMG spike parameters during concentric contractions. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 2000; 40(7):423-30.

Gibbs CH, Mahan PE, Lundeen HC, Brehnan K, Walsh EK, Holbrook WB. Occlusal forces during chewing and swallowing as measured by sound transmission. *J Prosthet Dent*. 1981; 46(4):443-9.

Glaros AG, Williams K, Lausten L. The role of parafunctions, emotions and stress in predicting facial pain. *JADA*. 2005; 136:451-8.

Gomes SG, Custodio W, Faot F, Del Bel Cury AA, Garcia RC. Masticatory features, EMG activity and muscle effort of subjects with different facial patterns. *J Oral Rehabil*. 2010; 37(11):813-9.

Greene CS, Mohl ND, McNeill C, Clark GT, Truelove EL. Temporomandibular disorders and science: a response to the critics. *J Prosthet Dent*. 1998; 80(2):214-5.

Gutiérrez MF, Miralles R, Fuentes A, Cavada G, Valenzuela S, Santander H, Fresno MJ. The effect of tooth clenching and grinding on anterior temporalis electromyographic activity in healthy subjects. *Cranio*. 2010; 28(1):43-9.

Hatch JP, Shinkai RS, Sakai S, Rugh JD, Paunovich ED. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol*. 2001; 46:641-8.

Hellsing G. On the regulation of interincisor bite force in man. *J Oral Rehabil*. 1980; 7(5):403-11.

Hoebler C, Karinthi A, Devaux MF, Guillon F, Gallant DJG, Bouchet B, Melegari M, Barry JL. Physical and chemical transformations of cereal food during oral digestion in human subjects. *Brit J Nutr*. 1998; 80:429-36.

Humsi ANK, Naeije M, Hippe JA, Hansson TL. The immediate effects of a stabilization splint on the muscular symmetry in the masseter and anterior temporal muscles of patients with a craniomandibular disorder. *J Prostet Dent*. 1989; 62:339-43.

Ingervall B, Carlsson GE. Masticatory muscle activity before and after elimination of balancing side occlusal interference. *J Oral Rehabil*. 1982; 9:182-92.

Ireland R. *A Dictionary of Dentistry*. Primera edición. Editorial Oxford University Press Inc., New York. 2010.

Iwasaki LR, Petsche PE, McCall WD Jr, Marx D, Nickel JC. Neuromuscular objectives of the human masticatory apparatus during static biting. *Arch Oral Biol.* 2003; 48(11):767-77.

Jensen U, Ruf S. Success rate of anterior open-bite orthodontic-orthognathic surgical treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 138(6):716-9.

Jiang H, Liu H, Liu G, Jin Z, Liu X. The effects of chewing-side preference on human brain activity during tooth clenching: an fMRI study. *J Oral Rehabil.* 2010; 37(12): 877-83.

Joel D, Weiner I. The organization of the basal ganglia-thalamocortical circuits: open interconnected rather than closed segregated. *Neuroscience.* 1994; 63(2):363-79.

Kato T, Thie NM, Huynh N, Miyawaki S, Lavigne GJ. Topical review: sleep bruxism and the role of peripheral sensory influences. *J Orofac Pain.* 2003; 17(3):191-213.

Kimura J. *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: principles and practice.* Segunda edición). Philadelphia: Davis Company. 1989.

Klasser GD, Greene CS, Lavigne GJ. Oral appliances and the management of sleep bruxism in adults: a century of clinical applications and search for mechanisms. *Int J Prosthodont.* 2010; 23:453-62.

Lavigne GJ, Khoury S, Abe S, Yamaguchi T, Raphael K. Bruxism physiology and pathology: an overview for clinicians. *J Oral Rehabil.* 2008; 35:476-94.

Lemman JAR, Ritchie AE. *Clinical electromyography.* Philadelphia. Editorial J.B. Lippincott Co. 1979.

Li J, Jiang T, Feng H, Wang K, Zhang Z, Ishikawa T. The electromyographic activity of masseter and anterior temporalis during orofacial symptoms induced by experimental occlusal highspot. *J Oral Rehabil.* 2008; 35(2):79-87.

Lobbezoo F, Naeije M. Bruxism is mainly regulated centrally, not peripherally. *J Oral Rehabil.* 2001; 28(12):1085-91.

Lobbezoo F, Ahlberg J, Manfredini D, Winocur E. Are bruxism and the bite causally related? *J Oral Rehabil.* 2012; 39(7):489-501

Lopez C, Blanke O. The thalamocortical vestibular system in animals and humans. *Brain Res Rev* 2011; 67:119-46.

Lu WW, Bishop PJ. Electromyographic activity of the cervical musculature during dynamic lateral bending. *Spine (Phila Pa 1976).* 1996; 21(21):2443-9.

Lund JP. Evidence for a central neural pattern generator regulating the chewing cycle. Anderson DJ, Matthews B, eds. *Mastication*. Bristol: JohnWrightandSons, 1976. p. 204-12.

Lund JP. Mastication and its control by the brain stem. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1991; (2):33-64.

Lund JP, Kolta A. Generation of the central masticatory pattern and its modification by sensory feedback. *Dysphagia*. 2006; 21:167-74.

Macedo CR, Silva AB, Machado MA, Saconato H, Prado GF. Occlusal splints for treating sleep bruxism (tooth grinding). *Cochrane Database Syst Rev*. 2007; (4):CD005514.

Manfredini D, Landi N, Romagnoli M, Bosco M. Psychic and occlusal factors in bruxers. *Aust Dent J*. 2004; 49(2):84-9.

Manfredini D, Visscher CM, Guarda-Nardini L, Lobbezoo F. Occlusal factors are not related to self-reported bruxism. *J Orofac Pain*. 2012; 26(3):163-7.

McCarroll RS, Naeije M, Hansson TL. Balance in masticatory muscle activity during natural chewing and submaximal clenching. *J Oral Rehabil*. 1989; 16(5):441-6.

Michelotti A, Farella M, Gallo LM, Veltri A, Palla S, Martina R. Effect of occlusal interference on habitual activity of human masseter. *J Dent Res*. 2005; 84:644-8.

Miller AJ. *Craneomandibular muscles: Their role in function and form*. Boca Ratón. Ann Arbor: CRC Press, Inc. 1991.

Mioche L, Bourdiol P, Monier S. Chewing behaviour and bolus formation during mastication of meat with different textures. *Arch Oral Biol*. 2003; 48(3):193-200.

Mizutani H, Shinogaya T, Soneda K, Iso K, Ai M. Influence of tooth contacts on masseter and temporal muscle activity. Part I: Total activity and its ratio to maximum biting activity in intercuspal position (IP ratio). *J Jpn Soc Stomatognath Funct*. 1989; 33:1062-71.

Molin C. From bite to mind: TMD--a personal and literature review. *Int J Prosthodont*. 1999; 12(3):279-88.

Moller E. The chewing apparatus. An electromyographic study of the action of the muscles of mastication and its correlation to facial morphology. *Acta Physiol Scand Suppl*. 1966; 280:1-229.

Moreno I, Sánchez T, Ardizzone I, Aneiros F, Celemin A. Electromyographic comparisons between clenching, swallowing and chewing in jaw muscles with varying occlusal parameters. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2008; 13(3):E207-13.

Morimoto T, Inoue T, Masuda Y, Nagashima T. Sensory components facilitating jaw-closing muscle activities in the rabbit. *Exp Brain Res*. 1989; 76:424-40.

Naeije M, McCarroll RS, Weijs WA. Electromyographic activity of the human masticatory muscles during submaximal clenching in the inter-cuspal position. *J Oral Rehabil*. 1989; 16(1):63-70.

Nakamura Y, Katakura N. Generation of masticatory rhythm in the brainstem. *Neurosci Res*. 1995; 23:1-19.

Nakamura Y, Katakura N, Nakajima M, Liu J. Rhythm generation for food-ingestive movements. *Prog. Brain Res*. 2004; 143: 97-103.

Nishigawa K, Nakano M, Bando E. Study of jaw movement and masticatory muscle activity during unilateral chewing with and without balancing side molar contacts. *J Oral Rehabil*. 1997; 24(9):691-6.

O'Byrn BL, Sadowsky C, Schneider B, BeGole EA. An evaluation of mandibular asymmetry in adults with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995; 107(4):394-400.

Okano N, Baba K, Akishige S, Ohyama T. The influence of altered occlusal guidance on condylar displacement. *J Oral Rehabil*. 2002; 29:1091-8.

Okano N, Baba K, Igarashi Y. Influence of altered occlusal guidance on masticatory muscle activity during clenching. *J Oral Rehabil*. 2007; 34:679-84.

Okeson JP. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. Sexta edición. Editorial Mosby, Elsevier España. 2008. p. 25.

Ormeño G, Miralles R, Santander H, Casassus R, Ferrer P, Palazzi C, Moya H. Body position effects on sternocleidomastoid and masseter EMG pattern activity in patients undergoing occlusal splint therapy. *Cranio*. 1997; 15(4):300-9.

Ormeño G, Miralles R, Loyola R, Valenzuela S, Santander H, Palazzi C, Villanueva P. Body position effects on EMG activity of the temporal and suprahyoid muscles in healthy subjects and in patients with myogenic cranio-cervical-mandibular dysfunction. *Cranio*. 1999; 17(2):132-42.

Peck S, Peck L, Kataja M. Skeletal asymmetry in esthetically pleasing faces. *Angle Orthod*. 1991; 61(1):43-8.

- Pereira LJ, Duarte Gaviao MB, Van Der Bilt A. Influence of oral characteristics and food products on masticatory function. *Acta Odontol Scand.* 2006; 64(4):193-201.
- Pond LH, Barghi N, Barnwell GM. Occlusion and chewing side preference. *J Prosthet Dent.* 1986; 55:498-500.
- Proeschel PA, Morneburg T. Task-dependence of activity/ bite-force relations and its impact on estimation of chewing force from EMG. *J Dent Res.* 2002; 81(7):464-8.
- Pröschel PA, Raum J. Preconditions for estimation of masticatory forces from dynamic EMG and isometric bite force-activity relations of elevator muscles. *Int J Prosthodont.* 2001; 14(6):563-9.
- Pröschel PA, Jamal T, Morneburg TR. Motor control of jaw muscles in chewing and in isometric biting with graded narrowing of jaw gape. *J Oral Rehabil.* 2008; 35(10):722-8.
- Raadsheer MC, van Eijden TM, van Ginkel FC, Prah-Andersen B. Contribution of jaw muscle size and craniofacial morphology to human bite force magnitude. *J Dent Res.* 1999; 78:31-42.
- Ramfjord SP. Bruxism, a clinical and electromyographic study. *J Am Dent Assoc.* 1961; 62:21-44.
- Remijn L, Speyer R, Groen BE, Holtus PC, van Limbeek J, Nijhuis-van der Sanden MW. Assessment of mastication in healthy children and children with cerebral palsy: a validity and consistency study. *J Oral Rehabil.* 2013; 40(5):336-47.
- Ricketts RM. Occlusion--the medium of dentistry. *J Prosthet Dent.* 1969; 21(1):39-60.
- Rilo B, Cadarso C, Da Silva JL, Santana U. Estudio de la actividad muscular mandibular durante la masticación unilateral. Índices de actividad y asimetría. *Rev Europea de Odontoestomatología* 1998; 10(4):237-44.
- Roccabado M, Iglarsh ZA. *Músculoskeletal Approach of Maxillofacial Pain.* Lippincott, Philadelphia. 1991.
- Rodrigues-Bigaton D, Berni KC, Almeida AF, Silva MT. Activity and asymmetry index of masticatory muscles in women with and without dysfunction temporomandibular. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2010; 50(7-8):333-8.
- Rodríguez K, Miralles R, Gutierrez MF, Santander H, Fuentes A, Fresno MJ, Valenzuela S. Influence of tooth clenching and grinding on bilateral sternocleidomastoid EMG activity. *Cranio.* 2011; 21:14-22.

Santander H, Miralles R, Jimenez A, Zuñiga C, Rocabado M, Moya H. Influence of stabilization occlusal splint on craniocervical relationships. Part II: Electromyographic analysis. *Cranio*. 1994; 12(4):227-33.

Schmid W, Mongini F, Felisio A. A computer-based assessment of structural and displacement asymmetries of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1991; 100(1):19-34.

Shefner JM, Buchthal F, Krarup C. Slowly conducting myelinated fibers in peripheral neuropathy. *Muscle Nerve*. 1991 Jun;14(6):534-42.

Shimazaki K, Matsubara N, Hisano M, Soma K. Functional relationships between the masseter and sternocleidomastoid muscle activities during gum chewing: The effect of experimental muscle fatigue. *Angle Orthod*. 2006; 76(3):452-8.

Shinagawa H, Ono T, Ishiwata Y, Honda E, Sasaki T, Taira M, Iriki A, Kuroda T. Hemispheric dominance of tongue control depends on the chewing-side preference. *J Dent Res*. 2003; 82(4):278-83.

Sondang P, Kumagai H, Tanaka E, Ozaki H, Nikawa H, Tanne K, Hamada T. Correlation between maximum bite force and craniofacial morphology of young adults in Indonesia. *J Oral Rehabil*. 2003; 30:1109-17.

Suvinen TI, Kempainen P. Review of clinical EMG studies related to muscle and occlusal factors in healthy and TMD subjects. *J Oral Rehabil*. 2007; 34(9):631-44.

Tan EK, Chan LL, Chang HM. Severe bruxism following basal ganglia infarcts: insights into pathophysiology. *J Neurol Sci*. 2004; 217(2):229-32.

The glossary of prosthodontics terms. 8th edn. *J Prosthet Dent*. 2005; 94:10-92.

Trovato F, Orlando B, Bosco M. Occlusal features and masticatory muscles activity. A review of electromyographic studies. *Stomatologija*. 2009; 11(1):26-31.

Türker KS. Electromyography: some methodological problems and issues. *Phys Ther* 1993; 73:698-710.

Türker KS. Reflex control of human jaw muscles. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2002; 13:85-104.

Türp JC, Schindler HJ. Relationship between occlusion and myoarthropathy. Introduction of an integrating neurobiological model. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2003; 113(9):964-77.

Ueda HM, Ishizuka Y, Miyamoto K, Morimoto N, Tanne K. Relationship between masticatory muscle activity and vertical craniofacial morphology. *Angle Orthod.* 1998; 68(3):233-8.

van der Bilt A. Assessment of mastication with implications for oral rehabilitation: a review. *J Oral Rehabil.* 2011; 38(10):754-80.

van Steenberghe D, de Vries JH. The influence of local anaesthesia and occlusal surface area on the forces developed during repetitive maximal clenching efforts. *J Periodontal Res.* 1978; 13(3):270-4.

Vianna-Lara MS, Caria PHF, Tosello DO, Lara F, Amorim MM. Electromyographic activity of masseter and temporal muscles with different facial types. *Angle Orthod.* 2009; 79:515-20.

Wang MQ, He JJ, Wang K, Svensson P. Influence of changing occlusal support on jaw-closing muscle electromyographic activity in healthy men and women. *Acta Odontol Scand* 2009; 67:187-92.

Watanabe T, Ichikawa K, Clark GT. Bruxism levels and daily behaviors: 3 weeks of measurement and correlation. *J Orofac Pain.* 2003; 17(1):65-73.

Winocur E, Davidov I, Gazit E, Brosh T, Vardimon AD. Centric slide, bite force and muscle tenderness changes over 6 months following fixed orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2007; 77(2):254-9.

Woda A, Mishellany A, Peyron MA. The regulation of masticatory function and food bolus formation. *J Oral Rehabil.* 2006; 33:840-9.

Xie Q, Li X, Xu X. The difficult relationship between occlusal interferences and temporomandibular disorder - insights from animal and human experimental studies. *J Oral Rehabil.* 2013; 40(4):279-95.

Yamada Y, Yamamura K, Inoue M. Coordination of cranial motoneurons during mastication. *Respir Physiol Neurobiol.* 2005; 147(2-3):177-89.

Yamaguchi S, Itoh S, Watanabe Y, Tsuboi A, Watanabe M. Quantitative analysis of masticatory activity during unilateral mastication using muscle fMRI. *Oral Dis.* 2011; 17(4):407-13.

Zafar H. Integrated jaw and neck function in man. Studies of mandibular and head-neck movements during jaw opening-closing tasks. *Swed Dent J Suppl.* 2000; (143):1-41.

10. ANEXOS

10.1 Carta de aprobación del comité de ética

Anexo 1



30/05/2012

ACTA DE APROBACION DE PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

ACTA N°: 2012/02

1. **Acta De Aprobación De Protocolo De Estudio N° 2012/07.**
2. **Miembros del Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile participantes en la aprobación del Proyecto:**

Dr. Juan Cortés A.
Presidente del CEC

Dra. María Angélica Torres
Secretaria del CEC

Dr. Alejandro Escobar
Miembro permanente del CEC

Dra. Claudia Lefimil
Miembro permanente del CEC

Prof. Karin Lagos
Miembro permanente del CEC

3. **Fecha de Aprobación:** 18/05/2012
4. **Título completo del proyecto:** "Comparación de la actividad electromiográfica bilateral de los músculos temporal anterior y esternocleidomastoideo durante masticación y rechinar dentario, en sujetos con y sin interferencia oclusal natural mediotrusiva". Proyecto de Tesis de Magister Versión 11/05/2012.
5. **Investigador responsable:** Dr. Aler D. Fuentes del Campo.
6. **Institución:** Programa Disciplinario de Fisiología y Biofísica, ICBM. Facultad de Medicina y Departamento de Prótesis, Facultad de Odontología, Universidad de Chile.
7. **Documentación Revisada:**
 - CV del Investigador responsables y de los co-investigadores
 - **Documento de Consentimiento Informado (CI) en español para el proyecto:** "Comparación de la actividad electromiográfica bilateral de los músculos temporal anterior y esternocleidomastoideo durante masticación y rechinar dentario, en sujetos con y sin interferencia oclusal natural mediotrusiva". Proyecto de Tesis de Magister Versión 11/05/2012.

ACTA DE APROBACION DE PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

8. **Carácter de la población:** Se seleccionarán una muestra de alrededor de 32, jóvenes sanos, 16 controles y 16 casos, estudiantes pertenecientes a las Facultades de Medicina y Odontología de la Universidad de Chile, con edades entre 18 años y 30 años. Todos ellos presentarán dentición permanente completa y sana, pudiendo o no estar presentes los terceros molares, guía canina o función de grupo bilateral. Al realizar un movimiento mandibular protrusivo se deberá observar la desoclusión de todos los dientes posteriores. Además deberán poseer un patrón de masticación unilateral alternado.

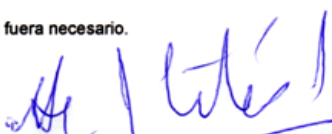
9. **Fundamentación de la aprobación:**

En la clínica del dolor muscular craneofacial persisten grandes incógnitas sobre la localización de la sintomatología muscular y los músculos involucrados, respecto las características de la oclusión dentaria. La realización de este estudio espera integrar los hallazgos de laboratorio, patrones electromiográficos (EMG) de sujetos con condiciones funcionales y parafuncionales con los patrones oclusales, con y sin interferencias dentarias. La información que se adquiera permitirá incrementar el conocimiento teórico que sustenta la exploración y otras maniobras clínicas, incluyendo la formulación de diagnósticos más específicos y terapias de mejor calidad.

Este estudio de casos y controles ha sido revisado por este Comité, quien ha considerado que los protocolos de reclutamiento y de observación funcional no representan riesgo para los participantes, los cuales son respetados en su decisión de participación voluntariamente en este estudio. Estas condiciones se reflejan en la redacción de la metodología y del consentimiento informado, que asegura la libertad para participar y la confidencialidad de todos los datos obtenidos de los participantes.

En consecuencia, el Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, Aprueba el estudio: "Comparación de la actividad electromiográfica bilateral de los músculos temporal anterior y esternocleidomastoideo, durante masticación y rechinar dentario, en sujetos con y sin interferencia oclusal natural mediotrusiva". Proyecto de Tesis de Magister Versión 11/05/2012, bajo la supervisión del Prof. Dr. Aler D. Fuentes del Campo como Investigador Principal y el Dr. Rodolfo Miralles como Director del entro de Investigación.

Este Comité se reserva el derecho de monitorear este proyecto si fuera necesario.


Prof. Dr. Juan Cortes A.
Presidente CEC-FOUCH



C/c.: Investigador Principal. Y Secretaria C.E.C.

10.2 Cálculo de tamaño muestral

Anexo 2

Estimated sample size for two-sample comparison of means

Test Ho: $m_1 = m_2$, where m_1 is the mean in population 1
and m_2 is the mean in population 2

Assumptions:

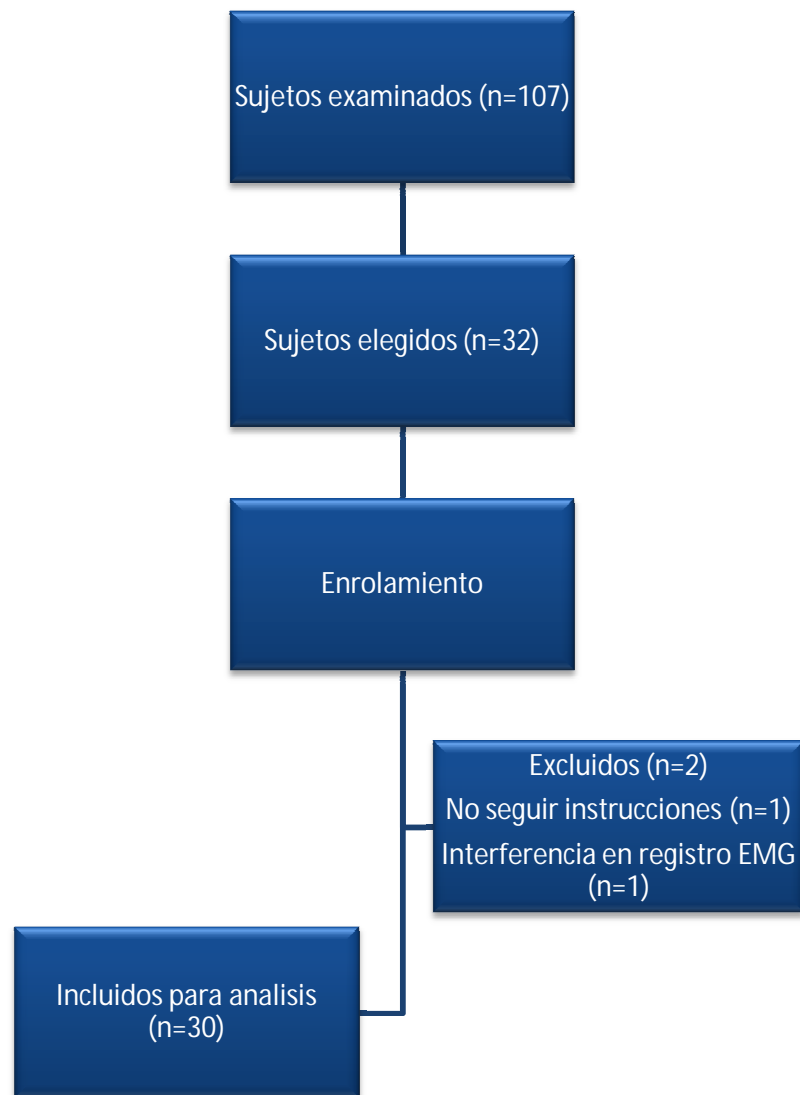
alpha = 0.0500 (two-sided)
power = 0.8000
m1 = .505559
m2 = .22289
sd1 = .315821
sd2 = .167149
n2/n1 = 1.00

Estimated required sample sizes:

n1 = 13
n2 = 13

10.3 Diagrama de flujo

Anexo 3



10.4 Documento de consentimiento informado

Anexo 4

Ed: 30/05/2012



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE MEDICINA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
LABORATORIO DE FISIOLÓGÍA ORAL
DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



“Comparación de la actividad electromiográfica bilateral de los músculos temporal anterior y esternocleidomastoideo, durante masticación y rechinar dentario, en sujetos con y sin interferencia oclusal natural mediotrusiva”.

Nombre del Investigador Principal: Aler Daniel Fuentes del Campo. **Teléfono:** 9786420, 97921763

Responsable comité de Ética: Dr. Juan Cortés Araya.

Teléfono: 9781703 **Horario de Atención:** lunes, miércoles jueves y viernes de 8 a 13:30 horas.

Esta hoja de consentimiento puede contener palabras que usted no entienda. Por favor pregunte al investigador encargado o a cualquier personal del estudio para que le explique cualquier palabra o información que usted no comprenda claramente.

1. INTRODUCCIÓN

Usted ha sido invitado a participar en un estudio de investigación en el área de Fisiología Oral. Antes de que usted decida participar en el estudio por favor lea este consentimiento cuidadosamente. Haga todas las preguntas que estime convenientes, para asegurarse que entienda los procedimientos del estudio. Toda información personal será confidencial y no será divulgada. Los datos serán codificados y sólo se usarán para este estudio, según manda la ley 19.628 sobre protección de datos de carácter personal y disposiciones aplicables al secreto profesional.

2. PROPÓSITO DEL ESTUDIO

El propósito de este estudio es registrar la actividad electromiográfica (EMG) de los músculos temporal y esternocleidomastoideo, mediante la utilización de electrodos de superficie realizando ciertos movimientos mandibulares.

Usted fue seleccionado por poseer características compatibles con los criterios de inclusión necesarios para este estudio.

3. PARTICIPANTES DEL ESTUDIO

El estudio es completamente voluntario, usted puede abandonar el estudio en cualquier momento. Se espera que participen aproximadamente 30 personas sanas con todos sus dientes naturales, 15 mujeres y 15 hombres jóvenes entre 18 y 30 años.

Hoja 1 de 4



A usted se le realizará una historia y un examen clínico y para ser incluido en el presente estudio usted no debe tener dolor facial, craneal o cervical; no tener ruido y/o limitaciones durante los movimientos de la mandíbula durante la masticación de alimento; no debe tener una mala postura corporal, haber terminado su tratamiento de ortodoncia hace menos de 1 año; no debe haber tenido trauma facial o cervical; no tener dientes fracturados ni grandes obturaciones dentarias; no tener alteraciones de la mordida; no estar consumiendo medicamentos y/o tener enfermedades sistémicas que hayan sido diagnosticadas por un médico.

Usted será asignado (a) al grupo Control cuando al masticar por un lado, no presente contacto de sus dientes en el lado opuesto al de la masticación, lo cual será verificado por un dentista especialista. Usted será asignado (a) al grupo Caso cuando al masticar por un lado, presente un contacto molar en el lado opuesto al de la masticación, lo cual será verificado por un dentista especialista.

4. PROCEDIMIENTOS

- Antes de realizar los registros EMG, un examinador le explicará y mostrará, con modelos dentales, seis posiciones y movimientos mandibulares, que usted deberá ser capaz de repetir correctamente, frente a un espejo, cada uno de los movimientos para el registro EMG.
- Se le pedirá que se siente en una silla, con la mirada hacia el frente, relajado y que realice los movimientos que se le indicarán, con un pequeño descanso entre cada uno, todo bien señalado.
- Posteriormente, se limpiará la piel de la frente, la sien y el lado del cuello con un algodón humedecido en alcohol desnaturalizado al 96°.
- Se colocará un cintillo en la cabeza con un electrodo de referencia y se ubicarán cuatro electrodos de gel autoadhesivo.
- Las posiciones y movimientos a registrar serán los siguientes: masticación de galleta, manzana y rechinar dentario.
- Se le va a solicitar que realice máximo apriete dentario con los molares, rotación bilateral de cabeza, masticación de un trozo de galleta por un lado de la boca y masticación de un trozo pequeño manzana por el mismo lado de la boca. Finalmente se le pedirá que rechine sus dientes hacia el mismo lado por el cual masticó.
- El tiempo aproximado del procedimiento es de 30 minutos.

5. RIESGOS O INCOMODIDADES

- El registro de la actividad eléctrica de los músculos no produce daño a las personas y la masticación de galleta o manzana es una actividad habitual.
- Existe el riesgo de incomodidad por los electrodos de superficie. Durante el registro no se puede modificar la posición de los electrodos.
- Durante los movimientos mandibulares, existirá roce entre las piezas dentarias; esto podría ocasionar sensibilidad similar a un rechinar dentario.



- Existe la posibilidad de repetir algunos movimientos si el registro EMG es inadecuado, extendiendo el tiempo del registro.
- Durante el registro podría experimentar fatiga o cansancio muscular, de ser así se terminará inmediatamente el procedimiento.
- Cualquier molestia o inconveniente debe ser inmediatamente informada a algún miembro del equipo.
- De ser necesario, su participación en este estudio puede ser detenida en cualquier momento por el investigador del estudio si se considera que esa decisión va en su beneficio.

6. BENEFICIOS PARA EL PARTICIPANTE

Usted estará colaborando en un estudio bajo el nombre de la Universidad de Chile.

Si desea, se podrá realizar un examen oral y resolver cualquier duda que tenga en el ámbito odontológico, además de un consejo en higiene oral y productos para la prevención de las caries; finalmente los agradecimientos por participar libre y voluntariamente.

7. PARTICIPACIÓN Y RETIRO VOLUNTARIOS

Su participación en este estudio es voluntaria, por lo que puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento. Su decisión no resultará en ninguna penalidad o pérdida de beneficios para los cuales tenga derecho.

Usted no recibirá remuneración por participar en el presente estudio, ni tampoco tendrá costo alguno para usted.

No firme este consentimiento a menos que usted haya tenido la oportunidad de hacer preguntas y recibir respuestas satisfactorias a ella.



FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO

He leído y comprendido la información de estas hojas de consentimiento, o se me ha leído de manera adecuada. Todas mis preguntas sobre el estudio y mi participación han sido atendidas.

Yo autorizo el uso y la divulgación de la información obtenida a través de este procedimiento, para los propósitos descritos anteriormente en este consentimiento.

Al firmar esta hoja de consentimiento, no he renunciado a ninguno de mis derechos legales.

Nombre del Participante

Firma del Participante

Firma del Investigador Principal

Fecha

Director del Laboratorio

Fecha

Hoja 4 de 4



10.5 Ficha de recogida de datos

Anexo 5

“Comparación de la actividad electromiográfica bilateral de los músculos temporal anterior y esternocleidomastoideo, durante masticación y rechinar dentario, en sujetos con y sin interferencia oclusal mediotrusiva”.

Examinador N°

Fecha:

Cuadro 1

Condición	1	2	3	4	5
Paciente 1					
Paciente 2					
Paciente 3					
Paciente 4					

1. Alteración clínica evidente de postura corporal
2. Masticación unilateral alternado
3. Desoclusión posterior en protrusiva
4. Mordida cruzada y/o invertida
5. Piezas dentarias fracturadas o presencia de restauraciones que incluyan el borde incisal, una o más cúspides.

Cuadro 2

Movimiento laterotrusivo	CLT-CLN	CLT-SLN	SLT-CLN	SLT-SLN	Total
CLT-CLN					
CLT-SLN					
SLT-CLN					
SLT-SLN					
Total					

CLT: Contacto posterior lado de trabajo.

CLN: Contacto posterior lado de no trabajo.

SLT: Sin contacto posterior lado de trabajo.

SLN: Sin contacto lado de no trabajo.